

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月16日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-075241

出 願 人

Applicant(s):

株式会社日立製作所

USSN: 09/940,984

MATTINGLY, STANGER + MALUR

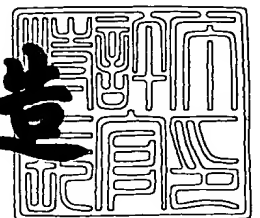
(703) 684-1120

DKT: ASA-1028

2001年 8月17日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3073642

【書類名】 特許願

【整理番号】 1100022301

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B01D 53/70

【発明の名称】 過弗化物の処理方法及びその処理装置

【請求項の数】 16

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号  
株式会社 日立製作所 日立事業所内

【氏名】 玉田 慎

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号  
株式会社 日立製作所 日立事業所内

【氏名】 李 洪勲

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号  
株式会社 日立製作所 日立事業所内

【氏名】 入江 一芳

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号  
株式会社 日立製作所 日立事業所内

【氏名】 芝野 芳樹

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 2 番 1 号  
株式会社 日立製作所 電力・電機開発研究所内

【氏名】 菅野 周一

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 過弗化物の処理方法及びその処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

過弗化物を含むガスに含まれるその過弗化物を分解し、前記過弗化物の分解により生じた酸性ガスを含む排ガスを、噴射された気体の噴流により吸引して排出することを特徴とする過弗化物の処理方法。

【請求項 2】

過弗化物を含むガスに含まれるその過弗化物を分解し、前記過弗化物の分解により生じた酸性ガスを含む排ガスを、水及びアルカリ溶液の一方に接触させて前記酸性ガスを除去し、水及びアルカリ溶液の一方に接触した後において前記排ガスに含まれるミストを分離し、そのミストが分離された前記排ガスを噴射された気体の噴流により吸引し、吸引された前記排ガスを排出することを特徴とする過弗化物の処理方法。

【請求項 3】

前記過弗化物の分解に触媒を用いる請求項 1 または請求項 2 記載の過弗化物の処理方法。

【請求項 4】

前記排ガスを、噴射された気体の噴流により吸引して排出することが、エゼクターにより行われる請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の過弗化物の処理方法。

【請求項 5】

過弗化物を含み半導体製造装置から排出された排ガスに含まれるその過弗化物を分解し、前記過弗化物の分解により生じた酸性ガスを含む排ガスを、噴射された気体の噴流により吸引して排出することを特徴とする半導体製造装置の排ガス処理方法。

【請求項 6】

過弗化物を含み半導体製造装置から排出された排ガスに含まれるその過弗化物を分解し、前記過弗化物の分解により生じた酸性ガスを含む排ガスを、水及びア

ルカリ溶液の一方に接触させて前記酸性ガスを除去し、水及びアルカリ溶液の一方に接触した後において前記排ガスに含まれるミストを分離し、ミストが分離された前記排ガスを噴射された気体の噴流により吸引し、吸引された前記排ガスを排出することを特徴とする半導体製造装置の排ガス処理方法。

【請求項 7】

前記過弗化物の分解に触媒を用いる請求項 5 または請求項 6 記載の過弗化物の処理方法。

【請求項 8】

前記排ガスを、噴射された気体の噴流により吸引して排出することが、エゼクターにより行われる請求項 5 ないし請求項 7 のいずれかに記載の半導体製造装置の排ガス処理方法。

【請求項 9】

前記過弗化物を含むガスが供給され、前記過弗化物を分解する過弗化物分解装置と、前記過弗化物の分解により生成された酸性ガスを含む排ガスを、噴射された気体の噴流により吸引して排出するガス吸引装置とを備えたことを特徴とする過弗化物の処理装置。

【請求項 10】

過弗化物を含むガスが供給され、前記過弗化物を分解する過弗化物分解装置と、前記過弗化物の分解により生成された酸性ガスを含む排ガスから、前記酸性ガスを除去する酸性ガス除去装置と、前記酸性ガス除去装置内の排ガスを、噴射された気体の噴流により吸引して排出するガス吸引装置とを備えたことを特徴とする過弗化物の処理装置。

【請求項 11】

前記酸性ガスを含む前記排ガスと水及びアルカリ溶液の一方とを接触させて前記酸性ガスを除去する前記酸性ガス除去装置と、前記ガス吸引装置によって吸引されて前記酸性ガス除去装置より排出された前記排ガスから、ミストを分離するミスト分離装置とを備えた請求項 10 記載の過弗化物の処理装置。

【請求項 12】

前記酸性ガス除去装置及び前記ミスト分離装置の下方に配置されて前記酸性ガ

ス除去装置から排出された前記水及びアルカリ溶液の一方を受入れるタンクと、前記ミスト分離装置で分離されたミストを前記タンクに導く排出管とを備えた請求項 1 1 記載の過弗化物の処理装置。

【請求項 1 3】

前記過弗化物分解装置が前記過弗化物の分解に作用する触媒を充填している請求項 9 ないし請求項 1 2 のいずれかに記載の過弗化物の処理装置。

【請求項 1 4】

前記触媒が、Al 酸化物を含み、更に Zn, Ni, Ti, F, Sn, Co, Zr, Ce, Si 及び Pt から選ばれた少なくとも 1 つの酸化物を含んでいる請求項 1 3 記載の過弗化物の処理装置。

【請求項 1 5】

前記ガス吸引装置が、エゼクターである請求項 9 ないし請求項 1 4 のいずれかに記載の過弗化物の処理装置。

【請求項 1 6】

前記エゼクターに供給される駆動用ガスの圧力が設定圧力を越えたとき前記エゼクターへの前記駆動用ガスの供給を停止させる手段を備えた請求項 1 5 記載の過弗化物の処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、過弗化物の処理方法及びその処理装置に係り、特に半導体製造装置から排出された過弗化物を分解するのに好適な過弗化物の処理方法及びその処理装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

過弗化物 (Perfluorocompound) は、 $CF_4$ ,  $CHF_3$ ,  $C_2F_6$ ,  $CH_2F_2$ ,  $C_3F_8$ ,  $C_5F_8$ ,  $SF_6$ ,  $NF_3$  などの、塩素を含まない、カーボンとフッ素、カーボンと水素とフッ素、硫黄とフッ素、及び窒素とフッ素の化合物質の総称である。過弗化物 (PFC という) は、ガスであり、半導体製造プロセスにおいてエ

エッチング用ガス、クリーニング用ガスとして使用されている。PFCは、寿命が長く（ $C_2F_6$ で10,000年， $SF_6$ で3,200年）、温暖化係数が大きい地球温暖化ガスであり、大気放出の規制対象となっている。このため、PFCを分解する種々の方法が検討されている。その分解方法の1つが、特開平11-70322号公報及び特開平11-319485号公報に記載されている。すなわち、PFCを、触媒を利用して加水分解し、PFCの分解によって生じる分解ガスを含む排ガスを、水（あるいはアルカリ溶液）で洗浄し、その後、その排ガスを、ブロウを用いて排気することが記載されている。

## 【0003】

## 【発明が解決しようとする課題】

半導体製造工場は、半導体製造装置を連続運転して半導体を製造している関係上、半導体製造にかかわる装置は高い信頼性が求められる。エッチング装置からの排ガス中に含まれているPFCを処理する装置も、故障すると接続されている数台のエッチング装置が停止するためより高い信頼性が求められている。

## 【0004】

本発明の目的は、装置に対する保守点検の頻度をより低減できる過弗化物の処理方法及びその処理装置を提供することにある。

## 【0005】

## 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成する本発明の特徴は、過弗化物の分解により生じた酸性ガスを含む排ガスを、噴射された気体の噴流により吸引して排出することにある。噴射された気体の噴流により吸引して排出するため、使用されるガス吸引装置は駆動部がなく、保守点検の頻度は著しく低減される。これは、過弗化物処理装置に対する保守点検頻度の著しい低減につながり過弗化物処理装置の稼働率を向上させる。特に、過弗化物を含む排ガスが半導体製造装置から排出される排ガスである場合には、過弗化物処理装置の保守点検頻度の低減は半導体製造装置の稼働率の向上につながり、半導体の製造効率を著しくアップする。ガス吸引装置としては、エゼクターを用いることが望ましい。

## 【0006】

好ましくは、過弗化物の分解により生じた酸性ガスを含む排ガスを、水及びアルカリ溶液の一方に接触させるため、酸性ガスを簡単に排ガスから除去することができる。また、水及びアルカリ溶液の一方に接触により生じたミストを排ガスから分離することによって、下流側においてその排ガスと接触する機器及び管路（またはダクト）の腐食を著しく低減できる。

## 【 0 0 0 7 】

好ましくは、酸性ガス除去装置及びミスト分離装置の下方に、酸性ガス除去装置から排出された水及びアルカリ溶液の一方を受入れるタンクを配置するとよい。酸性ガス除去装置から排出される水またはアルカリ溶液は、重力により簡単にタンク内に集めることができる。更には、ミスト分離装置で分離されたミストを排出管を通して重力により簡単にタンクに排出できる。水またはアルカリ溶液、及び分離されたミストの収集に動力が不要であり、過弗化物処理装置の構成が単純化できる。

## 【 0 0 0 8 】

過弗化物の分解を触媒を用いて行い、その触媒として、Al 酸化物を含み、更に Zn, Ni, Ti, F, Sn, Co, Zr, Ce, Si 及び Pt から選ばれた少なくとも1つの酸化物を含んでいる触媒を用いることが望ましい。このような触媒を用いることによって、200～800℃の低い温度で過弗化物を効率良く分解することができる。特に、触媒は、 $\text{NiAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$  のように Al を含む複合酸化物の形態で用いることが望ましい。

## 【 0 0 0 9 】

## 【発明の実施の形態】

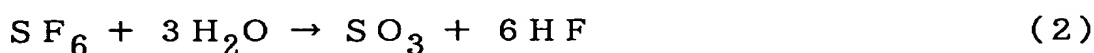
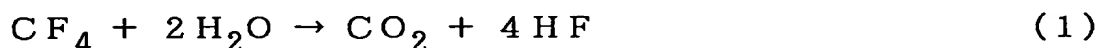
本発明の発明者等は、PFCを分解し、分解処理後の排ガスを処理し排気する一連の処理装置を開発している中で、処理後の排ガスを排気するブロワーが排ガス中に残存する酸性ガス（PFCの分解により発生）により腐食し易く、これが過弗化物処理装置（PFC処理装置）の稼働率を向上する上で非常に重要であることを知った。上記ブロワーの腐食についての発明者等の検討結果を以下に説明する。

## 【 0 0 1 0 】



特開平 11-70322 号公報に記載されている触媒を用いて PFC を分解すると、分解ガスが発生する。すなわち、 $\text{CF}_4$  が分解すると  $\text{CO}_2$  及び HF が発生し、 $\text{SF}_6$  の分解により  $\text{SO}_3$  及び HF が発生し、 $\text{NF}_3$  の分解により  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) 及び HF が発生する。このように、PFC の分解により各種の酸性ガス (HF,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NO}_x$ ) が生成される。以上の分解反応が下記に (1) 式, (2) 式及び (3) 式に示される。

【0011】



PFC の分解ガスである酸性ガス ( $\text{SO}_3$ , HF,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) は、排ガス洗浄塔内で水 (またはアルカリ溶液) に吸収され、排ガスから除去される。しかし、発明者等の実験の結果、少量の酸性ガス以外に、酸性ガスのミストが排ガス洗浄塔から排ガスと共に排出されていることが確認された。例えば、 $\text{SF}_6$  を 0.5 % 含む排ガスを 60 リットル/min で触媒を充填した触媒カートリッジ内に供給して  $\text{SF}_6$  を分解した場合には、触媒カートリッジからの排ガス ( $\text{SO}_3$  を含む) が供給される排ガス洗浄塔からは、約 150 cc/Hr の水分 ( $\text{SO}_3$  ミスト) が排出された。酸性ガス成分は、その周囲に水分を付着させてミストしてキャリーオーバーする。水分を伴った  $\text{SO}_3$  ミストがブロワー内に導かれると、ブロワーのインペラー室内でこれらの  $\text{SO}_3$  ミストの凝縮がおこり、更に  $\text{SO}_3$  が水分に溶け込んで硫酸溶液となる。この硫酸溶液がブロワーを腐食させるのである。

PFC として  $\text{NF}_3$  が用いられた場合には、ブロワー内で硝酸溶液が生成され、ブロワーは硝酸溶液によって腐食される。このため、耐食性コーティングを施したブロワーを使用しても、ブロワーの軸受け部等は耐食化できず、ブロワーを長期間にわたって運転することができない。運転を停止してのブロワーの保守点検の頻度が多くなり、PFC 処理装置の稼働率が低くなる。

【0012】

排ガス洗浄塔からブロワーへの、腐食の原因となる酸性ガスのミスト (酸性ガスミスト) の搬出を防止するために、ミスト分離装置を設置することが提案され

た。しかし、ミスト分離装置の設置によっても、酸性ガスミスト（硫酸ミスト、硝酸ミスト）を100%除去することは困難であった。ミスト分離装置で取除かれなかった酸性ガスミストが、前述したように、ブロワーを腐食させる。

## 【0013】

発明者等は、排ガス洗浄塔で除去されないで排出される酸性ガスだけでなく、酸性ガスミストがブロワーに導かれることが、ブロワーに腐食が生じる原因であることを新たに究明した。酸性ガスミストはミスト分離装置で完全に除去することが困難である。また、ブロワーの腐食は、半導体の製造に悪影響を与える、運転を停止したブロワーの点検、清掃、部品交換等の保守点検の頻度を増大させる。このために、発明者等は、ブロワーに替えて駆動部がないガス排出装置を設置する必要があるとの結論に達し、噴射された気体の噴流によりガスを吸引するガス排出装置（例えば、エゼクター）を適用することにした。

## 【0014】

噴射された気体の噴流によりガスを吸引するガス排出装置を適用した、PFC処理装置の具体例を以下に説明する。

## 【0015】

まず、PFC処理装置を適用した半導体製造施設の概略を、図2を用いて説明する。半導体製造施設は、半導体製造装置、及び半導体製造装置から排出される排ガスを処理する排ガス処理設備を備えている。半導体製造装置としては、例えば、エッチングチャンバー68及び69を備えたエッチング装置67、及びエッチングチャンバー71及び72を備えたエッチング装置70が設置される。排ガス処理設備としては、エッチングチャンバー68、69、71及び72から排出される、PFCを含む排ガスを処理するPFC処理装置1が用いられる。エッチングチャンバー68、69、71及び72のそれぞれに接続されるガス排出管74A、74B、74C及び74Dは、1本の配管40にまとめられる。PFC処理装置1は、配管40に接続され、配管49によって排気ダクト75に接続される。真空ポンプ73A、73B、73C及び73Dが、ガス排出管74A、74B、74C及び74Dに設置される。

## 【0016】

エッチングガスである P F C ガスが、真空中に減圧されたエッチングチャンバー 6 8, 6 9, 7 1 及び 7 2 内にそれぞれ供給される。P F C ガスはプラズマ化され、半導体の材料であるウエハーに対するエッチング処理をそれぞれ行っている。エッチングチャンバー 6 8, 6 9, 7 1 及び 7 2 の各々に供給される P F C ガスの一部 ( 1 0 ~ 3 0 % ) は、各エッチングチャンバー内でのエッチング処理により消費される。真空ポンプ 7 3 A, 7 3 B, 7 3 C 及び 7 3 D をそれぞれ駆動することにより、エッチングチャンバー 6 8, 6 9, 7 1 及び 7 2 のそれぞれからの排ガスは、ガス排出管 7 4 A, 7 4 B, 7 4 C 及び 7 4 D を通って配管 4 0 内で合流し、P F C 処理装置 1 内に供給される。その排ガスは、エッチングチャンバー 6 8, 6 9, 7 1 及び 7 2 内で消費されなかった P F C ガスを含んでいる。更に、その排ガスは、各エッチングチャンバー内で P F C ガスより副次的に発生した H F、及びウエハーを削ることにより発生する  $S i F_4$  等も含んでいる。エッチングチャンバー 6 8, 6 9, 7 1 及び 7 2 内を負圧にする真空ポンプ 7 3 A, 7 3 B, 7 3 C 及び 7 3 D 内に、軸受け部等を腐食性の酸性ガスである H F から保護するために、 $N_2$  ガスが軸受け部を通して供給される。このため、P F C 処理装置 1 に導かれる排ガス中の P F C 濃度は、約 0.5 % である。その P F C ガスは、P F C 処理装置 1 によって分解される。P F C 処理装置 1 から排出された排ガスは、配管 4 9 を経て排気ダクト 7 5 に排出される。P F C 処理装置 1 に供給される排ガス中の P F C 濃度、及び P F C 処理装置 1 から排出された排ガス中の P F C 濃度が測定される。処理装置 1 から排出された排ガスの P F C 濃度を監視し、その濃度が設定濃度を超えた場合には警報を発する。更に、P F C 処理装置 1 の入口側と出口側の P F C 濃度による分解率から、触媒反応の健全性ないしは触媒劣化による交換時期をチェックする。

## 【 0 0 1 7 】

以下、半導体製造プロセスからの排ガス処理に適用した P F C 処理装置の複数の実施例を、以下に詳細に説明する。各実施例の図面を通し、同等の構成要素には同一の符号を付してある。

## 【 0 0 1 8 】

本発明の好適な一実施例である P F C 処理装置を、図 1 を用いて説明する。本

実施例の P F C 処理装置 1 は、ケイ素除去装置、反応器 2、冷却室 6、排水タンク 1 2、排ガス洗浄塔 1 3、サイクロン 1 6 及びエゼクター 2 4 を備える。ケイ素除去装置は、入口充填塔 8 及びスプレイ塔 1 0 を有する。入口充填塔 8 は内部にラヒシリングのような充填物を充填した充填層 9 を有する。スプレイ塔 1 0 はスプレイ 1 1 を内部に備えている。配管 4 0 は入口充填塔 8 の充填層 9 よりも下方の空間に連絡される。入口充填塔 8 の充填層 9 よりも上方の空間は、配管 4 1 によってスプレイ塔 1 0 に接続される。反応器 2 は、内部に、触媒カートリッジ 3 及び加熱空間 5 を有する。触媒カートリッジ 3 は、内部に触媒が充填された触媒層を有する。使用された触媒は、A 1 の酸化物である  $Al_2O_3$  を 8 0 %、N i 酸化物である N i O を 2 0 % 含んでいるアルミナ系触媒である。加熱空間 5 は、触媒カートリッジ 3 の上流側に形成される。加熱器 4 が、加熱空間 5 の位置で反応器 2 の外側に設けられる。反応器 2 に連絡される冷却室 6 は、内部にスプレイ 7 を有し、触媒カートリッジ 3 の下方に位置する。配管 4 2 はスプレイ塔 1 0 と加熱空間 5 を接続する。水（または水蒸気）を供給する配管 4 3、及び空気を供給する配管 4 4 が、それぞれ加熱空間 5 に接続される。

#### 【 0 0 1 9 】

酸性ガス除去装置である排ガス洗浄塔 1 3 は、内部で、上方にスプレイ 1 5 を配置し、スプレイ 1 5 の下方にプラスチック製のラヒシリングを充填した充填層 1 4 を配置している。排ガス洗浄塔 1 3 に連絡される排水タンク 1 2 が、排ガス洗浄塔 1 3 の下方に位置する。排水タンク 1 2 は、配管 4 5 によって冷却室 6 に連絡される。入口充填塔 8 の充填層 9 よりも下方の空間に連絡される配管 5 7 は、図 7 に示すように、上方より排水タンク 1 2 内に挿入されている。配管 5 7 の排水タンク 1 2 内の部分には、水封構造を構成するフロート座 5 8、フロート 5 9 及びフロートストッパ 6 0 が備えられている。環状のフロート座 5 8 は、配管 5 7 内でその下端部に設けられる。目の粗い金網であるフロートストッパ 6 0 は、フロート座 5 8 よりも上方で配管 5 7 内に設けられる。配管 5 7 内においては、フロート座 5 8 とフロートストッパ 6 0 との間に、フロート 5 9 が配置される。排水ポンプ 8 0 を備えた排水管 4 6 が、排水タンク 1 2 の底部に接続される。配管 6 6 は、排水ポンプ 8 0 の下流側で排水管 4 6 に接続され、更に、入口充

填塔 8 の充填層 9 よりも上方の空間に連絡される。入口充填塔 8 の充填層 9 よりも下方で入口充填塔 8 の底部に接続される配管 5 7 が、排水タンク 1 2 内に挿入される。

#### 【 0 0 2 0 】

ミスト分離装置であるサイクロン 1 6 の構成を図 3 及び図 4 を用いて説明する。サイクロン 1 6 は、内部に仕切り部 7 で仕切られた下部室 1 9 及び上部室 2 0 を有する。排ガス供給部 3 8 が、下部室 1 9 の内面の接線方向に伸びている。排ガス供給部 3 8 内の流路 3 9 は、下部室 1 9 に向かって絞られている。排ガス洗浄塔 1 3 の上端部に接続される配管 4 7 は、排ガス供給部 3 8 に接続される。仕切り部 7 を貫通する通路 1 8 が、下部室 1 9 と上部室 2 0 とを連絡する。下部室 1 9 の下端部に形成されるドレン口 2 3 にはドレン配管 5 3 が接続され、ドレン配管 5 3 は排水タンク 1 2 に接続される。上部室 2 0 に形成されるドレン口 2 2 は、ドレン配管 5 4 によって排水タンク 1 2 に連絡される。ミスト分離装置としては、サイクロン以外に、フィルタ、電機集塵機、活性炭吸着塔の使用が可能である。

#### 【 0 0 2 1 】

エゼクター 2 4 は、図 5 に示すように、エゼクターボディー 2 5、噴射ノズル 2 7 及び排出ノズル 3 4 を備える。エゼクターボディー 2 5 は、内部空間 2 6 を内部に形成する。噴射ノズル 2 7 は、ノズル部 2 8 を有する。噴射部 2 9 は、図 6 に示すように、ノズル部 2 8 の先端部にねじ込まれている。内径が約 2 mm である噴射口 3 0 が噴射部 2 9 の内部に形成される。噴射部 2 9 は高耐食性でかつ高耐久性の金属またはセラミックで作られる。排出ノズル 3 4 は、内部に、排出通路 3 5 を有する。噴射ノズル 2 7 は、パッキング 7 6 を介してエゼクターボディー 2 5 の一端に対向して配置される。噴射ノズル 2 7 のノズル部 2 8 の先端は、エゼクターボディー 2 5 内に挿入されて、内部空間 2 6 内に位置する。噴射口 3 0 は、ノズル部 2 8 内に形成される流路 3 1、及び内部空間 2 6 に連絡される。排出ノズル 3 4 は、パッキング 3 7 を介してエゼクターボディー 2 5 の他端に対向して配置される。排出ノズル 3 4 の排出通路 3 5 が、ノズル部 2 8 にねじ込まれた噴射部 2 9 と対向する。排出通路 3 5 の入口が内部空間 2 6 に連絡される

。排出通路 3 5 は、内部に流路断面積が最小になっているスロート部 7 7 を有する。排出通路 3 5 は、スロート部 7 7 から入口に向かって流路断面積が拡大し、スロート部 7 7 から排出口 7 8 に向かって流路断面積が拡大する。後者の流路断面積が拡大する度合は、前者のその度合よりも小さい。流入口 3 3 を有する押え板 3 2 がパッキング 3 6 を介して噴射ノズル 2 7 に対向して配置される。押え板 3 2、噴射ノズル 2 7、エゼクターボディー 2 5 及び排出ノズル 3 4 が、この順に配置され、ボルト 7 8 及びナット 7 9 によって結合される。押え板 3 2、噴射ノズル 2 7 の噴射部 2 9 以外の部分、エゼクターボディー 2 5 及び排出ノズル 3 4 は、耐食性に優れているプラスチック、例えば塩化ビニル樹脂（またはフッ素樹脂等）で作られている。

## 【 0 0 2 2 】

エゼクターボディー 2 5 に取り付けられる配管 4 8 は、上部室 2 0 に形成された排出口 2 1 に連絡される。配管 4 8 は、エゼクターボディー 2 5 内の内部空間 2 6 に連絡される。排気ダクト 7 5 に接続される配管 4 9 は、排出ノズル 3 4 の排出口 7 8 側に接続される。配管 4 9 に接続される凝縮水ドレン配管 5 5 は、排水タンク 1 2 に連絡される。水供給管 5 0 はスプレイ 1 5 に接続される。水供給管 5 1 が、スプレイ 1 1 に接続される。水供給管 5 2 がスプレイ 7 に接続される。水供給管 5 1 及び 5 2 は水供給管 5 0 に接続される。

## 【 0 0 2 3 】

圧縮空気供給装置 8 1 が、押え板 3 2 に取り付けられる。圧縮空気供給装置 8 1 は、図 1 に示すように、空気供給管 5 6、圧力調整弁 6 3 及び空気供給弁 6 4 を備える。空気供給管 5 6 は、押え板 3 2 に接続され、流入口 3 3 に連絡される。圧力調整弁 6 3 は空気供給管 5 6 に設置され、空気供給弁 6 4 は圧力調整弁 6 3 の上流側で空気供給管 5 6 に設置される。空気供給管 5 6 は、図示していないコンプレッサに接続される。6 5 は安全インターロック用の圧力スイッチである。

## 【 0 0 2 4 】

次に、本実施例の P F C 処理装置 1 における P F C の処理について説明する。P F C 処理装置 1 に供給される排ガスに含まれる P F C は、半導体製造装置で製

造される半導体の種類、あるいは半導体製造メーカーによって異なっている。半導体の素材である該当するウェハーの加工のために、1種類のPFCを使用する場合、複数のPFCを使用する場合がある。本実施例では、半導体製造のために、PFCとして $\text{SF}_6$ 及び $\text{C}_2\text{F}_6$ を用いた場合を例にとって説明する。

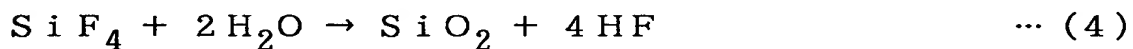
## 【0025】

真空ポンプ73A、73B、73C及び73Dの駆動によりエッチングチャンバー68、69、71及び72から排出された、PFCである $\text{SF}_6$ 及び $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{SiF}_4$ 及びHFを含む排ガスは、配管40を介してケイ素除去装置の入口充填塔8に供給される。排ガスは充填層9内を上昇し、配管41を介してケイ素除去装置のスプレイ塔10内に供給される。水供給管51により供給される新しい水が、スプレイ11よりスプレイ塔10内に噴射される。このスプレイ水は、配管41に排出され、入口充填塔8に導かれる。入口充填塔8には、排水タンク12内の排水が排水ポンプ80の駆動により、排水管46及び配管66を経て供給される。この排水とスプレイ水は、充填層9内を下降する。

## 【0026】

排ガスに含まれた $\text{SiF}_4$ は、入口充填塔8内で水（排水、及びスプレイ塔10内に噴射されたスプレイ水）と接触することにより（4）式の反応を生じ、 $\text{SiO}_2$ とHFとに分解される。

## 【0027】



入口充填塔8に供給された排ガスに含まれたHF及び（4）式の反応で生成されたHFは、入口充填塔8内で水に吸収され、排ガスから除去される。固形分である $\text{SiO}_2$ もその水によって洗い流される。充填層9は、上昇する排ガスと下降する水の接触効率を増加させ、（4）式の反応効率及びHFの水への吸収効率を増大させる。 $\text{SiO}_2$ を含みHFを吸収した水は、配管57を通過して、入口充填塔8よりも下方に位置する排水タンク12内に導かれる。排ガスに含まれた他の不純物も、入口充填塔8及びスプレイ塔10内で水によって除去される。

## 【0028】

入口充填塔8内で水に吸収されなかったHFは、排ガスと共にスプレイ塔10

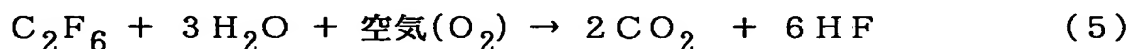
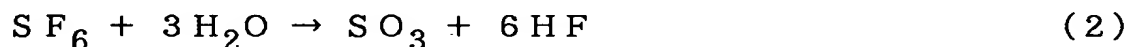
内に導かれ、そこで噴射されたスプレイ水に吸収される。入口充填塔 8 からスプレイ塔 10 内に導かれる排ガス中に残存する  $\text{SiF}_4$  は、スプレイ塔 10 内でスプレイ水と接触することにより、(4) 式の反応を生じる。この反応で発生した  $\text{HF}$  は、スプレイ水に吸収される。発生した  $\text{SiO}_2$  も、スプレイ水によって洗い流されて、入口充填塔 8 及び配管 57 へと排出される。

## 【0029】

スプレイ塔 10 から配管 42 内に排出された、 $\text{SF}_6$  及び  $\text{C}_2\text{F}_6$  を含む排ガスは、60 リットル/min の流量で反応器 2 の加熱空間 5 内に供給される。この排ガスは、 $\text{HF}$ 、 $\text{SiF}_4$ 、及び (1) 式の反応で生成された  $\text{SiO}_2$  を含んでいない。加熱空間 5 内には、配管 43 により水（または水蒸気）が供給され、配管 44 により空気が供給される。触媒の作用による  $\text{PFC}$  の分解反応が加水分解であるため、この反応に必要な水（または水蒸気）が供給されるのである。排ガスは、水及び空気と共に、触媒の作用により  $\text{SF}_6$  及び  $\text{C}_2\text{F}_6$  の分解が開始される 750℃ の温度に、加熱器 4 によって加熱される。 $\text{PFC}$  の種類によって異なるが、約 650～750℃ に加熱される。水は、水蒸気となる。水蒸気、空気、 $\text{SF}_6$  及び  $\text{C}_2\text{F}_6$  を含んで 750℃ に加熱された排ガスは、触媒カートリッジ 3 内に供給される。

## 【0030】

触媒カートリッジ 3 内のアルミナ系触媒の作用によって、 $\text{SF}_6$  及び  $\text{C}_2\text{F}_6$  と  $\text{H}_2\text{O}$  とによる前述の (2) 式及び下記の (5) 式の反応が促進され、 $\text{SF}_6$



は  $\text{SO}_3$  と  $\text{HF}$  に分解され、 $\text{C}_2\text{F}_6$  は  $\text{CO}_2$  と  $\text{HF}$  に分解される。(2) 式及び (5) 式の反応は水蒸気の存在下で行われる。 $\text{SF}_6$  及び  $\text{C}_2\text{F}_6$  は 100% 分解される。空気、特に酸素が触媒カートリッジ 3 内に供給されない場合には、 $\text{C}_2\text{F}_6$  と  $\text{H}_2\text{O}$  との反応によって有害な  $\text{CO}$  が生成される。空気の供給により、空気に含まれた酸素が  $\text{CO}$  を無害な  $\text{CO}_2$  に変換するため、(5) 式に示すように  $\text{CO}$  が発生しない。空気の替りに、酸素を供給してもよい。

## 【0031】



$\text{Al}_2\text{O}_3$ を80%及び $\text{NiO}$ を20%含む触媒を用いることによって、750℃になる触媒カートリッジ3内で、 $\text{SF}_6$ 及び $\text{C}_2\text{F}_6$ は100%分解される。

$\text{Al}_2\text{O}_3$ を80%及び $\text{NiO}$ を20%含む触媒以外でも、特開平11-70322号公報の「課題を解決するための手段」及び「発明の実施の形態」の各項に記載された種類の触媒（ $\text{Al}$ 酸化物を含み、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{Ti}$ 、 $\text{F}$ 、 $\text{Sn}$ 、 $\text{Co}$ 、 $\text{Zr}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{Si}$ 及び $\text{Pt}$ から選ばれた少なくとも1つの酸化物を含む触媒）を用いても $\text{PFC}$ を分解できる。

#### 【0032】

本実施例は、ケイ素除去装置内で（4）式の反応を発生させて、排ガスに $\text{SiF}_4$ 等の化合物の形態で含まれているケイ素を除去するため、触媒による $\text{PFC}$ の分解効率を向上できる。ケイ素を含む排ガスが反応器2内に供給された場合、配管43によって供給される水（または水蒸気）により（4）式の反応が加熱空間5内で生じ、生成された $\text{SiO}_2$ が触媒カートリッジ3内に流入する。この場合には、以下の①及び②の問題を生じる。① $\text{SiO}_2$ が触媒に形成されたポーラスを塞ぐ。②触媒間に形成される間隙を閉塞する。①及び②により触媒の表面積が減少し、 $\text{PFC}$ の分解反応が低下する。また、②に起因して触媒間における排ガスの流れが悪くなり、触媒と排ガスの接触が阻害される。これも、 $\text{PFC}$ の分解反応の低下につながる。本実施例は、ケイ素除去装置において $\text{SiO}_2$ を事前に除去しているので、上記の問題が生じなく $\text{PFC}$ の分解効率が向上する。

#### 【0033】

$\text{SF}_6$ 及び $\text{C}_2\text{F}_6$ の各々の分解ガスである $\text{SO}_3$ 、 $\text{CO}_2$ 及び $\text{HF}$ を含む排ガスは、触媒カートリッジ3から冷却室6内に供給される。水供給管52によって供給される水は、スプレー7から冷却室6内にスプレーされる。その排ガスは、スプレーされた水との接触によって冷却されるため、排ガス温度が100℃以下に低下する。これにより、反応器2よりも下流側の機器（冷却室6、排ガス洗浄塔13、サイクロン16及びエゼクター24）、及び機器間を連絡する各配管（配管45、47、48及び49、排水管46、ドレン配管53及び54、及び凝縮水ドレン配管55）を耐食性の優れたプラスチックである塩化ビニル樹脂（またはフッ素樹脂等）構成できる。なお、配管57及び66も塩化ビニル樹脂で構成

される。排ガスに含まれているHFの一部はスプレーされた水に吸収される。スプレーされた水及び排ガスは、配管45を通過して冷却室6から排水タンク12内の液面61よりも上方の空間に導かれる。水は排水タンク12内に一時的に貯蔵される。排水ポンプ80の駆動により、排水タンク12内の水は、排水管46内に排出され、図示されていない建屋側の排水処理設備に導かれる。

## 【0034】

入口充填塔8から排出された水が配管57内を流れている場合には、排水タンク12内の配管57の部分で、フロート59がフロート座58よりも上方に浮き上がっているため、その水はフロートストッパ60及びフロート座58を通過し、配管57の開放端を通して排水タンク12内に供給される。フロート59はフロートストッパ60に妨げられてそれよりも上方に移動しない。入口充填塔8において排ガスが配管57内に流入したとき、その排ガスは配管57内に流れて配管57の排水タンク12内の部分に達する。配管57の開放端付近では配管57内の水が押し出されて排ガスの雰囲気となる。フロート59は、排ガス雰囲気中では浮き上がらずフロート座58の開口を封鎖する。このため、入口充填塔8から配管57への排ガスの流入が停止する。

## 【0035】

分解ガスを含む排ガスは、排水タンク12から排ガス洗浄塔13内に導かれる。水供給管50によって供給される水が、スプレー15より噴射される。この水は、上方より、充填層14内を下降して排水タンク12内に落下する。排ガスは、充填層14内を上昇する。排ガスに含まれた酸性ガスである $\text{SO}_3$ 及びHFは、噴射された水に吸収され、排ガスから分離される。しかし、少量の酸性ガス、及び水分を伴った酸性ガスミスト( $\text{SO}_3$ ミスト)が、排ガス洗浄塔13から配管47に排出され、サイクロン16の排ガス供給部38内の流路39に供給される。水の替りにアルカリ水溶液(NaOH水溶液またはKOH水溶液)をスプレー15から噴射してもよい。

## 【0036】

排ガスは、流路39を通過してサイクロン16の下部室19内に供給され、通路18の周囲を旋回しながら下降する。排ガスに含まれる酸性ガスミストは、排ガ

スの旋回により排ガスから分離されて外側に飛ばされ、下部室 19 の側面に付着し、その側面に沿って下部室 19 の底部に向かって流下する。分離された酸性ガスミストは、ドレン口 23 よりドレン配管 53 を経て排水タンク 12 内に排出される。下部室 19 内の排ガスの旋回流は、旋回しながら通路 18 内を上昇し、上部室 20 に達する。上部室 20 内でも排ガスは旋回しているので、排ガスに同伴している酸性ガスミストは、分離され、上部室 20 の側面に沿って流下する。分離された酸性ガスミストは、ドレン口 22 及びドレン配管 54 を経て排水タンク 12 内に排出される。酸性ガスミストの含有量が著しく低下した排ガスは、排出口 21 より配管 48 内に排出され、その後、エゼクター 24 内に流入する。

## 【 0 0 3 7 】

コンプレッサ（図示せず）で圧縮された圧縮空気は、空気供給弁 64 を開くことによって空気供給管 56 内を流れてエゼクター 24 内に供給される。この圧縮空気は、エゼクター 24 の駆動ガスである。圧縮空気の圧力は、圧力調整弁 63 の開度を調節することによって設定圧力に制御される。反応器 2 に供給される排ガスの流量とほぼ同じ流量、すなわち約 60 リットル/min～80 リットル/min の圧縮空気が、約 0.1 Mpa の圧力でエゼクター 24 内に供給される。駆動ガスとしては、圧縮空気の替りに  $N_2$  ガスまたは He ガスを用いてもよい。

## 【 0 0 3 8 】

圧縮空気は、流入口 33 よりノズル部 28 の流路 31 内に供給され、噴射口 30 より排出ノズル 34 の排出通路 35 内に向かって音速以上の速度で噴射される。噴射口 30 からの圧縮空気の噴射流は、排出通路 35 のスロート部 77 付近で負圧を発生させる。この負圧の作用によって、配管 48 内の排ガスは、内部空間 26 を経て排出通路 35 内に吸引され、配管 49 内に排出される。この排ガスは、配管 49 により酸性ガス系の排気ダクト 75 へと導かれる。エゼクター 24 から排出された排ガスに含まれている凝縮水は、凝縮水ドレン配管 55 により排水タンク 12 内に導かれる。エゼクター 24 による排ガスの吸引作用によって、冷却室 6、排水タンク 12 及び排ガス洗浄塔 13 内は負圧に維持され、排ガス中に含まれる  $SO_3$  及び HF 等が系外に漏洩するのを防止している。

## 【 0 0 3 9 】

従来のエゼクターは一般的に高真空を発生させる装置として使用されている。このため、従来のエゼクターはブロワーのように吸引風量を多くとることができなく、ブロワーの替りに用いることができない。従来のエゼクターは、図 8 において破線で示すように、駆動用の圧縮空気の圧力によりエゼクターの吸引力が大きく変化し、また吸引されるガス容量が増加すると急激に吸引力が低下する。このように一般的に使用されている真空発生（吸引力発生）用のエゼクターをブロワーの替りに用いるにはその特性が余りにも違いすぎる。

## 【 0 0 4 0 】

これに対し、本実施例に用いられるエゼクター 2 4 は、図 8 に実線で示すような排気特性を有する。エゼクター 2 4 からの排ガスの排気流量が増加しても、エゼクター 2 4 の吸引力の低下度合が小さい。このエゼクター 2 4 は発明者等が開発したものである。エゼクター 2 4 は、ブロワーの排気特性（図 8 の一点鎖線参照）とほぼ同等の排気特性を有する。エゼクター 2 4 に供給される駆動用の圧縮空気の圧力を変えても、例えば  $0.1 \text{ Mpa}$ 、 $0.12 \text{ Mpa}$  にしても、排気流量の増加に対する吸引力の低下度合はあまり変わらない。このため、エゼクター 2 4 は大きな排気流量を得ることができる。

## 【 0 0 4 1 】

また、エゼクター 2 4 の特性として、駆動用の圧縮空気の圧力増加に比例して排ガスの吸引力が増大する。圧力調整弁 6 3 の故障によってエゼクター 2 4 に供給される圧縮空気の圧力が設定圧力を超え、これに起因する高真空に基づいてエゼクター 2 4 が損傷する危険性がある。圧力スイッチ 6 5 は、圧力調整弁 6 3 よりも下流側の空気供給管 5 6 内の圧力を検出して、この圧力が設定圧力より大きくなった場合に空気供給弁 6 4 を閉鎖するとともにコンプレッサ（図示せず）を停止させる。

## 【 0 0 4 2 】

エゼクター 2 4 に導かれる排ガスは、少量の酸性ガスミストを含んでいるが、耐食性に優れたプラスチックで製作されているエゼクター 2 4 はその酸性ガスミストに接触するが腐食しない。本実施例は、分解ガスを含む排ガスの排出装置であるエゼクター 2 4 において、分解ガスに起因する腐食が発生しないため、その

排ガス排出装置（気体を噴射してガスを吸引する装置）の点検、部品交換等のメンテナンス作業は、ほとんど不要になり、ブロワを用いた場合に比べて保守点検頻度が著しく少なくなる。PFC処理装置1の稼働率が著しく向上する。また、音速以上の排ガスを噴出する噴射口30を有する噴射部29は、高耐食性でかつ高耐久性のセラミックで作られているので、音速の排ガスによる磨耗も著しく少ない。これも、エゼクター24の保守点検頻度の減少に貢献する。このようなエゼクター24は、長時間の運転に十分に耐えられる。

## 【0043】

ミスト分離装置であるサイクロン16を用いているので、エゼクター24を経て排気ダクト75に導かれる酸性ガスミストの量が少なくなる。このため、排気ダクト75内で凝縮するミスト量が減少し、排気ダクト75の腐食が著しく軽減される。ミスト量の低減は、エゼクター24の寿命を更に延ばすことになる。

## 【0044】

排水タンク12は、最も低い位置に配置されているので、入口充填塔8及びスプレイ塔10より排出された水、冷却室6及び排ガス洗浄塔13内で噴射されたスプレイ水、及びサイクロン16で分離されたドレン水は、重力により排水タンク12内に流入する。このため、それらの水を排水タンク12に移送するポンプが不要であり、PFC処理装置1の構成がコンパクト化される。

## 【0045】

本実施例のPFC処理装置1は、 $\text{SF}_6$  及び $\text{C}_2\text{F}_6$ 以外であっても、PFCであればどれでも分解することができる。

## 【0046】

図1に示すPFC処理装置1により、 $\text{SF}_6$  を含む模擬ガスを用いて $\text{SF}_6$  分解の処理試験を行った。模擬ガスは、 $\text{SF}_6$  を窒素ガスで希釈したものであり、 $\text{SF}_6$  を0.5%濃度含んでいる。この模擬ガスを60リットル/minの流量でPFC処理装置1の反応器2に供給した。反応器2に、空気を15リットル/min、水を20ミリリットル/minで供給した。電気ヒーターにて加熱空間5内で、水、空気を含む模擬ガスを電気ヒーターにて750℃に加熱した。この模擬ガスを触媒カートリッジ3内へ供給して $\text{SF}_6$  を分解した。触媒カートリッジ3

内に充填された触媒は、 $\text{NiO}$ 及び $\text{Al}_2\text{O}_3$ を含む触媒である。

## 【0047】

模擬ガスの触媒に対する空間速度を、 $1000/\text{h}$ にして $\text{SF}_6$ の処理を行った。反応器2から排出された $\text{SF}_6$ の分解ガスを含むガスは、冷却室6で冷却され、排ガス洗浄塔14を通り、流速約 $20\text{ m/s}$ の速度でサイクロン16内に導入された。サイクロン16にて分離除去された酸性ガスミストは、サイクロン16の底部よりドレン配管53を通して排水タンク12に排出される。サイクロン16から排出されたガスは、 $0.1\text{ Mpa}$ の圧縮空気で駆動されるエゼクター24によって吸引される。エゼクター24に供給される圧縮空気の流量は、約 $70\text{ リットル/min}$ である。

## 【0048】

サイクロン16の上流側（配管47内）と下流側（配管48内）において、ガス中の $\text{SO}_3$ 濃度を測定して、サイクロン16によるミスト除去率を把握した。 $\text{SO}_3$ ミストは $\text{SO}_3$ が核となって周囲に水分子を吸着して形成されるため、配管47内の $\text{SO}_3$ の濃度と配管48内の $\text{SO}_3$ の濃度の比により、サイクロン16によるミスト除去率を算出できる。 $\text{SO}_3$ 濃度は、液体捕集法で測定した $\text{SO}_x$ 濃度から、ガスクロマトグラフで測定した $\text{SO}_2$ 濃度を差し引いて算出した。その結果、サイクロン16の上流側では $\text{SO}_3$ 濃度は $1400\text{ ppm}$ であったが、サイクロン16通過後にはその濃度は $280\text{ ppm}$ となった。サイクロン16において80%のミストが除去された。

## 【0049】

サイクロン16の出口において、ミストの粒径分布を測定した。サイクロン16から排出されたガスに含まれていたミストは、ほぼ1ミクロンより小さい粒径であった。1ミクロン以上の粒径を有するミストは、サイクロン16で除去されていた。所定期間の処理運転後に、エゼクター24を分解して観察したところ、エゼクター24の内部は腐食されていなく、またエゼクター24の出口側の配管49内にも凝縮水は観察されなかった。

## 【0050】

前述の $\text{SF}_6$ を含む模擬ガスの代わりに $\text{NF}_3$ を含む模擬ガスを用いて、 $\text{SF}_6$

を含む模擬ガスを用いた場合と同様の試験を実施した。硝酸ミストは、硫酸ミストに比べて粒径が小さいこともあり、ミスト除去装置での除去効率は20～30%と低かったが、 $\text{SF}_6$ での試験結果と同様にエゼクターでの腐食等は確認されなかった。

#### 【0051】

本発明の他の実施例であるPFC処理装置1Aを、図9を用いて説明する。図1の実施例と同一構成には同一符号を付している。PFC処理装置1Aは、サイクロン16を削除した点でPFC処理装置1と異なっている。このため、配管47が、排ガス洗浄塔13の上端部とエゼクター24の内部空間26とを連絡する。本実施例は、エゼクター24の吸引作用によって、排ガス洗浄塔13内の排ガスが配管47によって吸引され、配管49に排出される。

#### 【0052】

本実施例は、サイクロン16が設置されていない分、PFC処理装置1に比べて構成が単純化される。本実施例は、PFC処理装置1Aに供給されるPFC濃度が低く、排ガス洗浄塔13から排出される排ガスに同伴する酸性ガスミストが少ない場合に、適用することが望ましい。

#### 【0053】

PFC処理装置に供給されるPFC濃度が低い場合には、図1の実施例において排ガス洗浄塔13を削除してもよい。この場合には、サイクロン16に接続された配管47が、排水タンク12の液面61より上方の空間に連絡される。

#### 【0054】

半導体製造施設においては、金属配線を有するウエハーをエッチングする場合がある。例えば、図10に示す半導体製造施設において、エッチング装置67のエッチングチャンバー68及び69で金属配線を有するウエハーをエッチングしている。このエッチングによって、金属配線に起因する多量の付着性の副生成物が発生する。この副生物、HF及び $\text{SiF}_4$ を含む残存PFCは、エッチングチャンバー68及び69から排出され、真空ポンプ73A、73Bに供給される $\text{N}_2$ ガスと共に、活性炭が充填された前処理装置82に供給される。付着性の副生成物は、前処理装置82によって除去される。前処理装置82から排出された

排ガスは、配管40によってPFC処理装置1に導かれる。このように、前処理装置82で付着性の副生成物を除去することによって、PFCを触媒カートリッジ3で効率良く分解できる。

## 【0055】

また、エッチングガスとしてPFCガス以外に塩素ガス、塩化水素ガス、臭化水素ガス(HBr)等を使用する場合がある。塩素ガス、塩化水素ガスまたは臭化水素ガスはPFCガスと混合してエッチングチャンバーに供給される。また、エッチング処理によっては、塩素ガス、塩化水素ガスまたは臭化水素ガスは、PFCガスによるエッチングが終了した後にエッチングチャンバー内に供給される。ケースによっては塩素ガス、塩化水素ガスまたは臭化水素ガスによるエッチング処理がPFCガスによるエッチング処理の前に実施される場合もあるが、この場合には塩素ガス、塩化水素ガスまたは臭化水素ガスのエッチングチャンバー内への供給は、PFCの供給よりも前に行われる。塩素ガス、塩化水素ガス及び臭化水素ガスはHFと同じ酸性ガスである。

## 【0056】

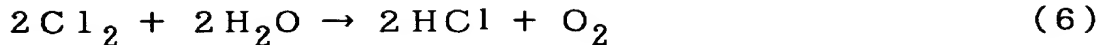
エッチングチャンバー内に塩素ガス及びPFCガスを供給した場合について説明する。エッチングチャンバーから排出された塩素ガス及びPFCガス、及び真空ポンプから供給された $N_2$ ガスを含む排ガスが、配管40より図1に示されたPFC処理装置1に供給される。PFC処理装置1によるPFCの分解処理は、前述の図1の実施例で説明したように行われる。塩素ガスのPFC処理装置1内における挙動について説明する。

## 【0057】

$N_2$ を含み $Cl_2$ ガスの濃度が1%の模擬ガスをPFC処理装置1に供給した。 $Cl_2$ ガスは入口充填塔8及びスプレイ塔10を通過し、配管42を経て反応器2内に達する。触媒の温度は750℃である(模擬ガス流量60リットル/min)。 $Cl_2$ ガスは入口充填塔8及びスプレイ塔10ではほとんど除去されなかった。反応器2内には、10リットル/minの空気、及び15ミリリットル/minの反応水を供給した。 $Cl_2$ ガスは、(6)式の反応により触媒カートリッジ3内の触媒にて酸化されてHClガスに変わる。



【0058】



HClガスは、水に溶解しやすいために、排ガス洗浄塔13内でスプレイされた水に吸収されて模擬ガスから除去される。排ガス洗浄塔13から排出された模擬ガス中の $\text{Cl}_2$ 濃度は100ppmで99%の $\text{Cl}_2$ が除去された。その模擬ガスからはHClは検出されなかった。エゼクター24は $\text{Cl}_2$ ガスによっても腐食されなかった。

【0059】

【発明の効果】

本発明によれば、過弗化物処理装置に対する保守点検頻度の著しい低減につながり過弗化物処理装置の稼働率を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の好適な一実施例である過弗化物処理装置の構成図である。

【図2】

図1の過弗化物処理装置が適用された半導体製造施設の構成図である。

【図3】

図1に示すサイクロンの縦断面図である。

【図4】

図3のIV-IV断面図である。

【図5】

図1に示すエゼクターの縦断面図である。

【図6】

図5のVI部の拡大断面図である。

【図7】

図1に示す排水タンクの縦断面図である。

【図8】

図7のエゼクターの排気特性を示す説明図である。

【図9】

本発明の他の実施例である過弗化物処理装置の構成図である。

【図 1 0】

過弗化物処理装置が適用された半導体製造施設の他の実施例の構成図である。

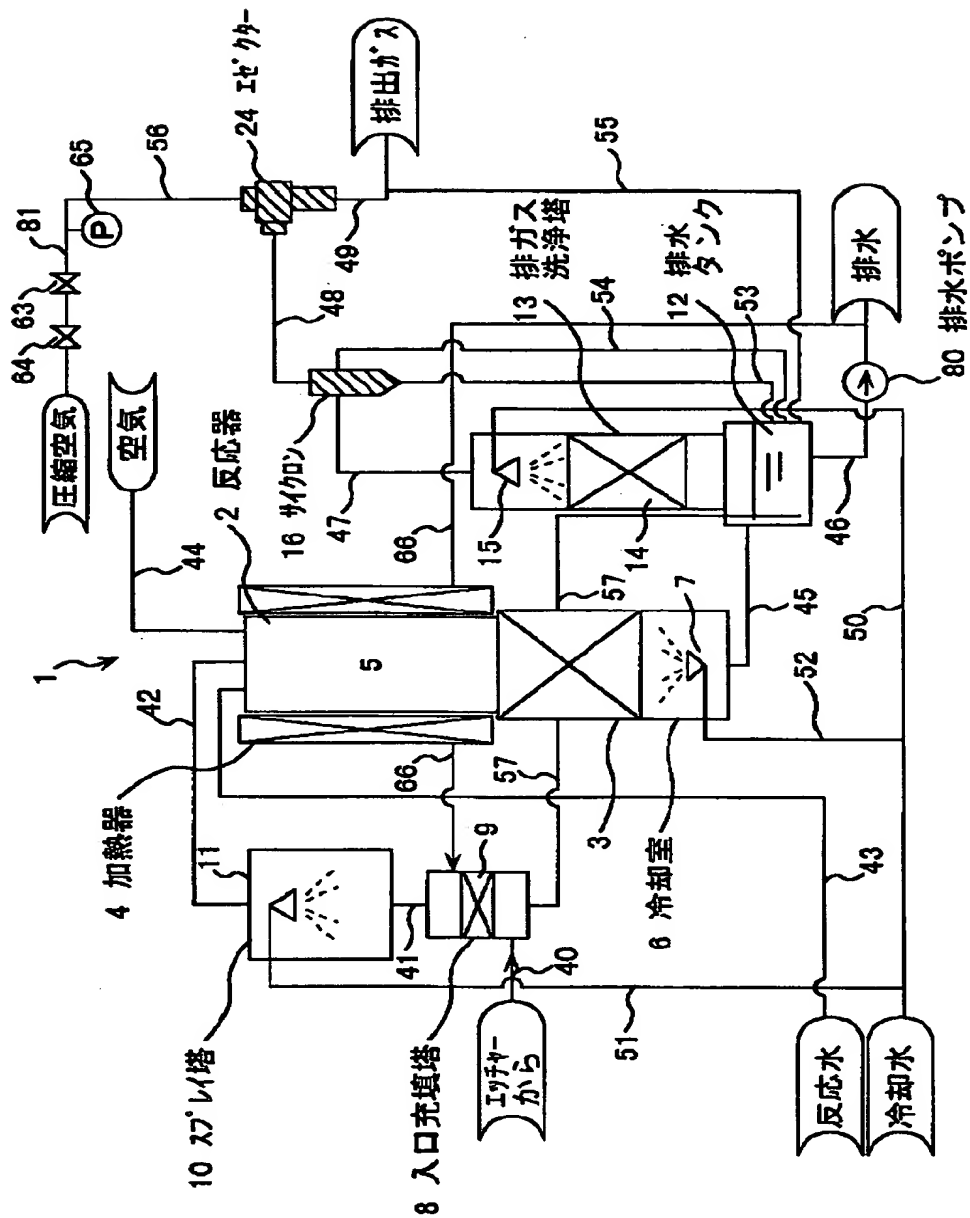
【符号の説明】

1…過弗化物処理装置、2…反応器、3…触媒カートリッジ、4…加熱器、6…冷却室、7, 11, 15…スプレイ、8…入口充填塔、10…スプレイ塔、12…排水タンク、13…排ガス洗浄塔、16…サイクロン、19…下部室、20…上部室、24…エゼクター、25…エゼクターボディー、27…噴射ノズル、28…ノズル部、29…噴射部、30…噴射口、34…排出ノズル、35…排出通路、46…排水管、50, 51, 52…水供給管、56…空気供給管、63…圧力調整弁、67, 70…エッチング装置、73A, 73B, 73C, 73D…真空ポンプ、81…圧縮空気供給装置、82…前処理装置。

【書類名】 図面

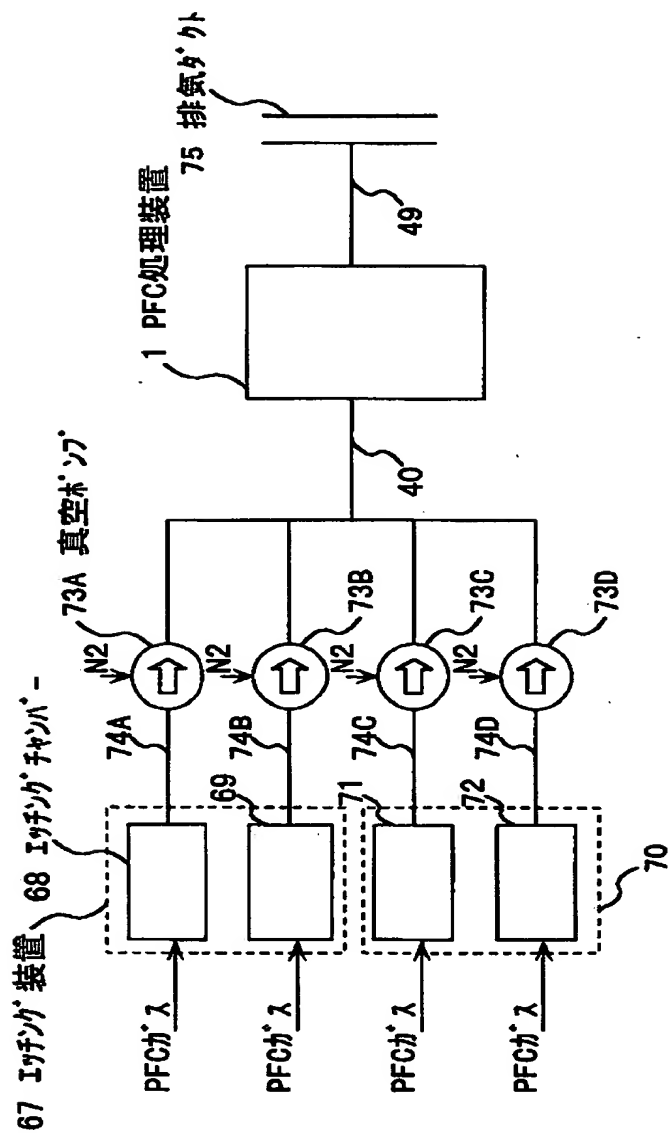
【図 1】

図 1



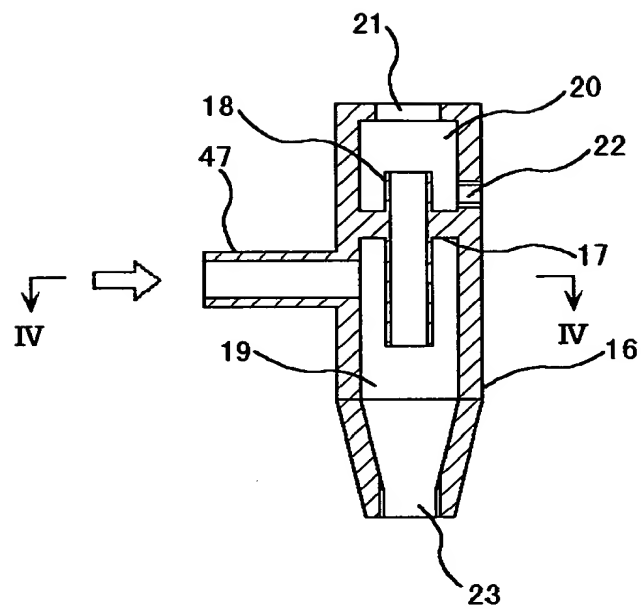
【図 2】

図 2



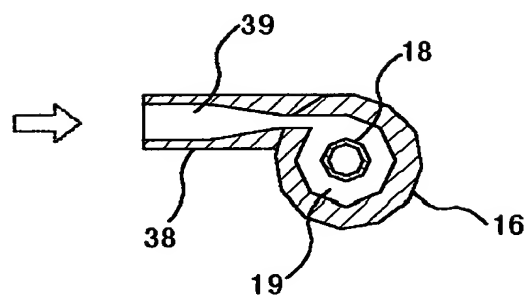
【図 3】

図 3



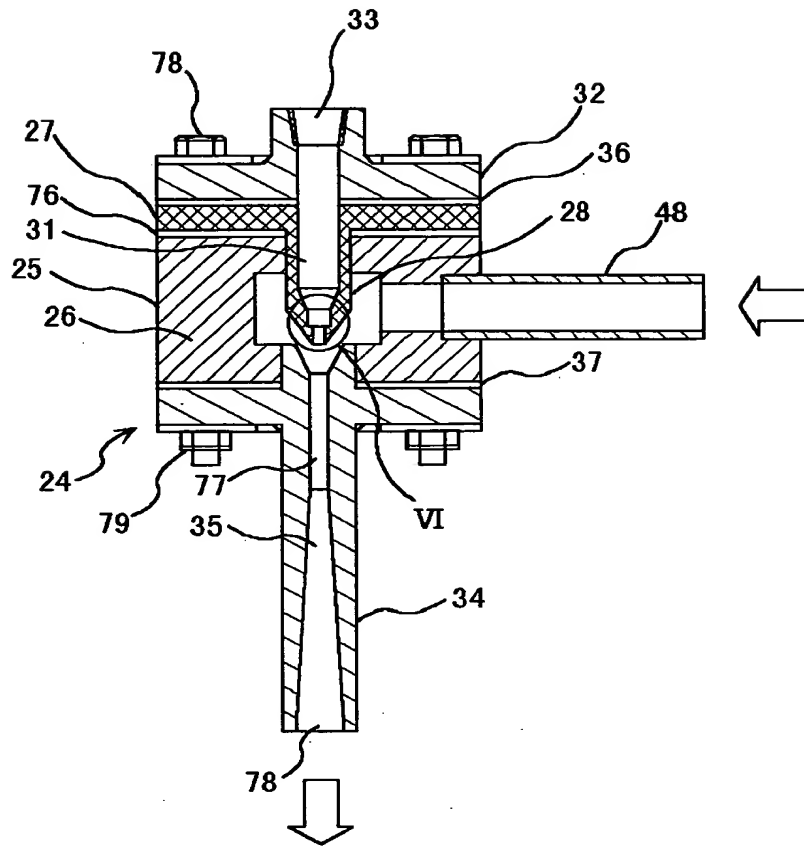
【図 4】

図 4



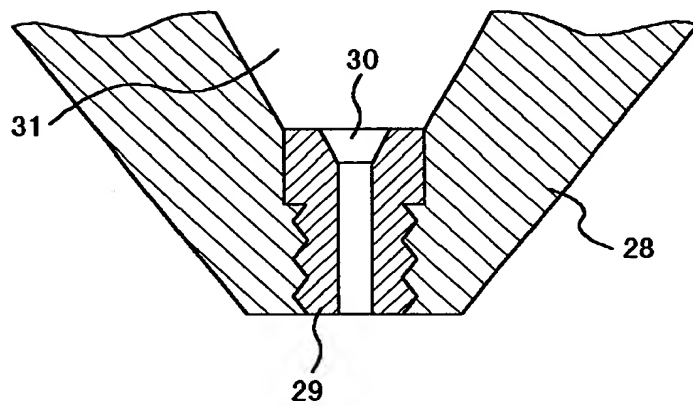
【図 5】

図 5



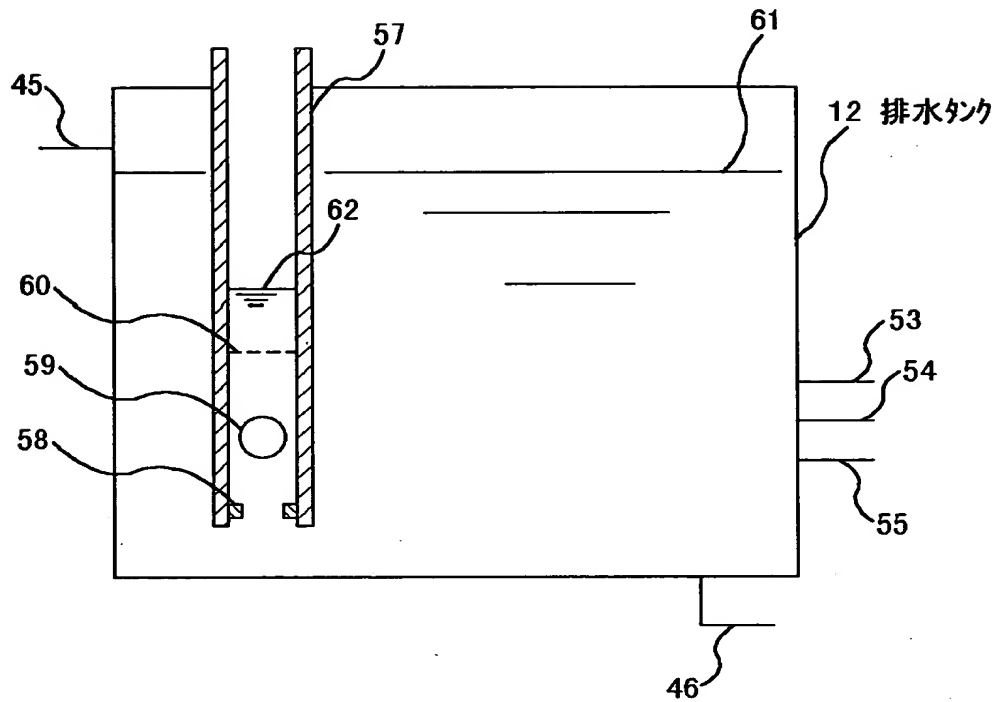
【図 6】

図 6



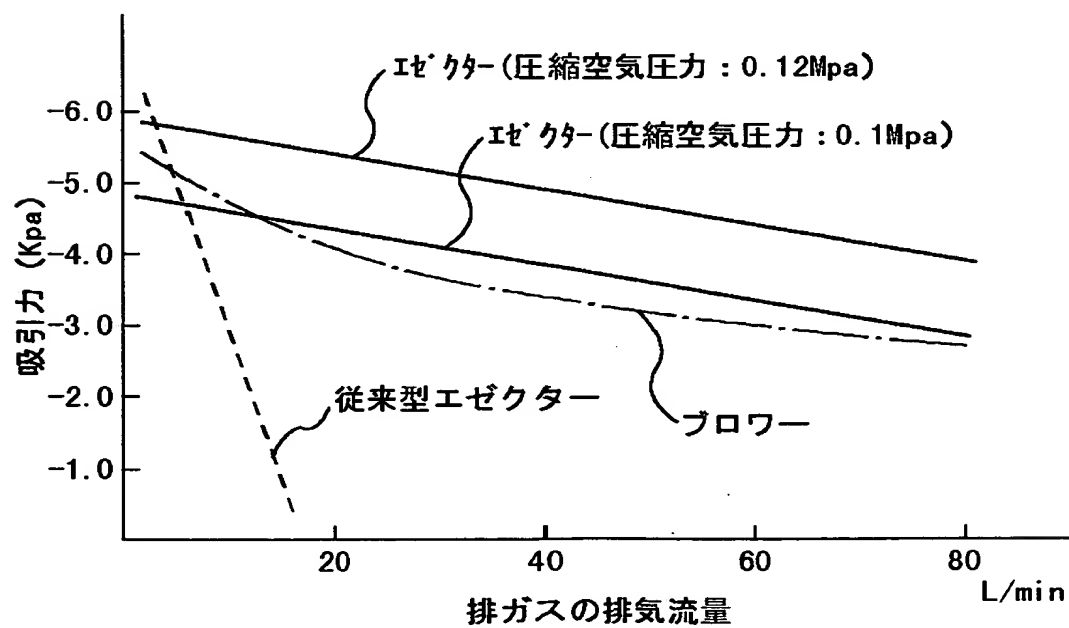
【図 7】

図 7



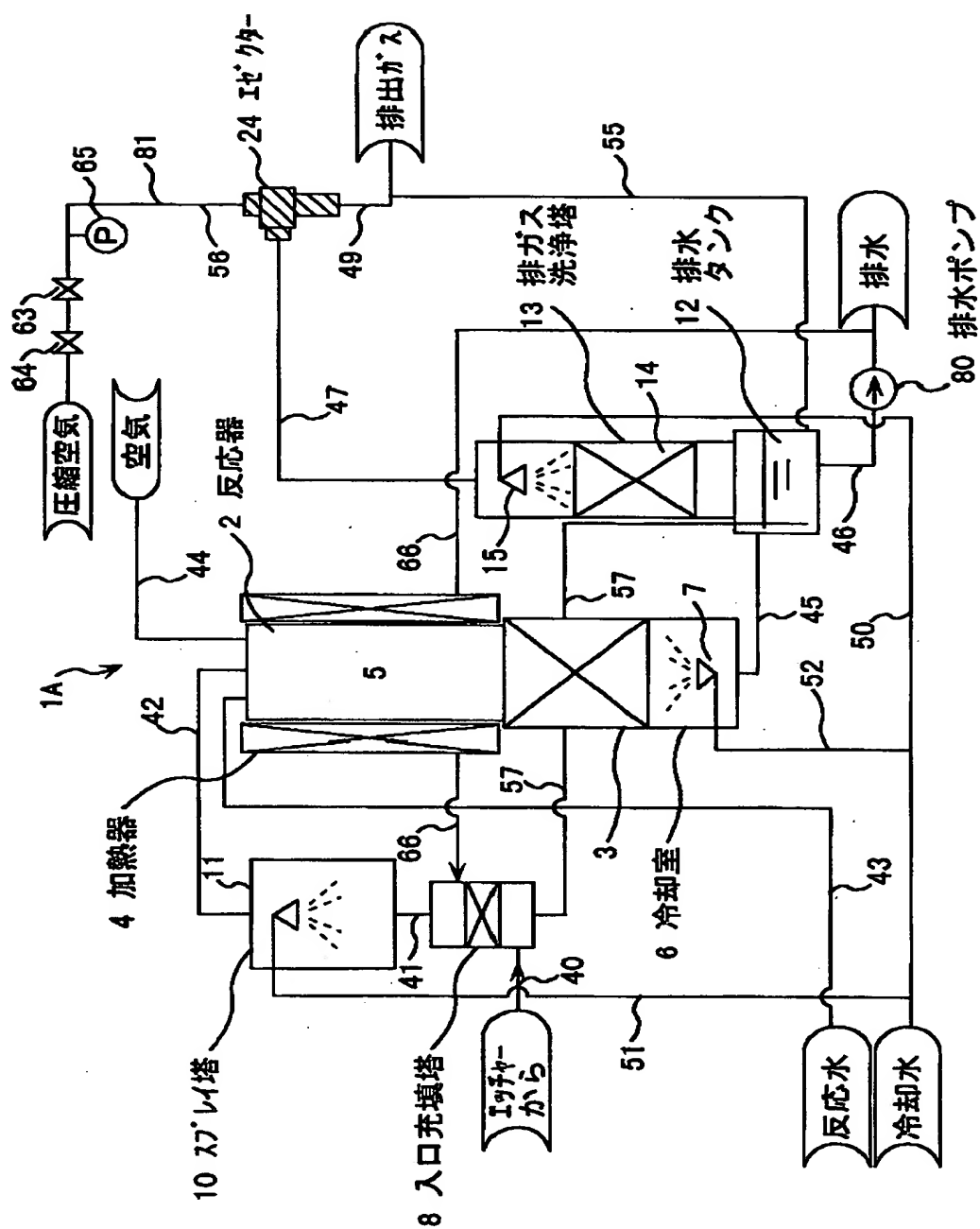
【図 8】

図 8



【図 9】

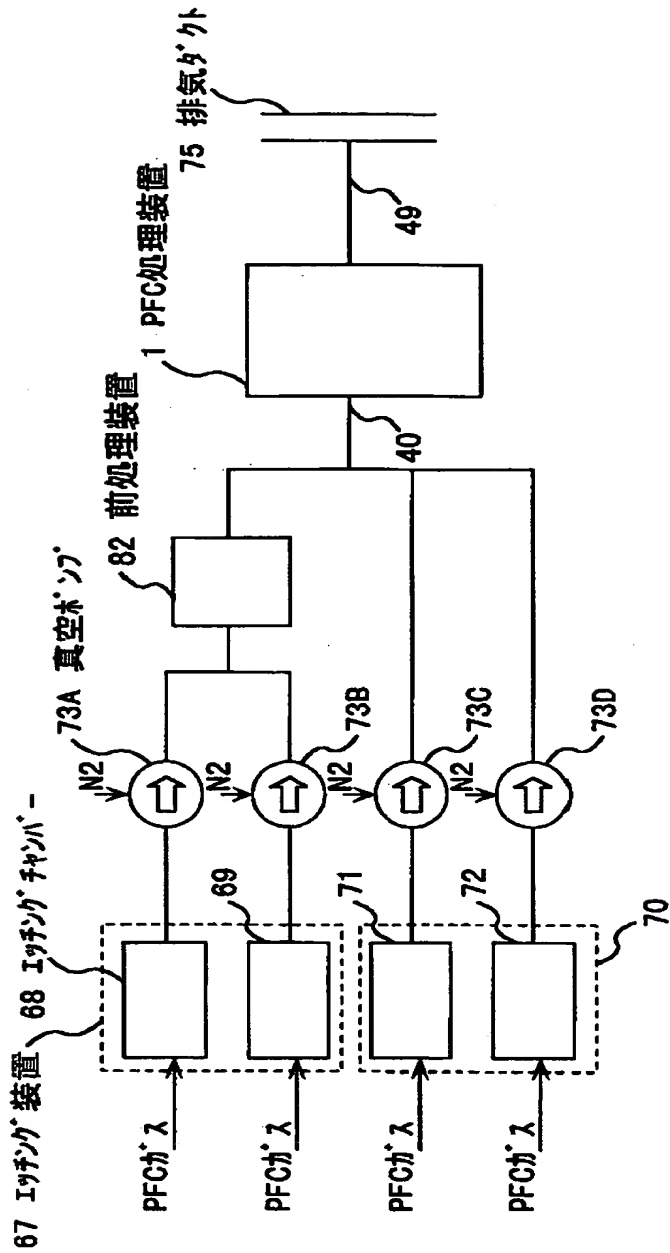
**图 9**





【図10】

図 10



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

PFC分解装置において、装置に対する保守点検の頻度をより低減する。

【解決手段】

排ガスに含まれるPFCは、 $Al_2O_3$ を80%及びNiOを20%含む触媒を充填した触媒カートリッジ3内で分解される。分解ガスである酸性ガスを含む排ガスは、冷却室6で冷却され、排ガス洗浄塔13内に導かれる。ここで酸性ガスが除去される。排ガスに同伴する酸性ガスのミスト( $SO_3$ ミストまたは $NO_x$ ミスト)はサイクロン16で分離される。約0.1Mpaの圧縮空気が空気供給管56よりエゼクター24内に供給される。この圧縮空気によりエゼクター24内が負圧になり、サイクロン16内の排ガスが吸引されて排出される。エゼクター24はブローに比べて保守点検頻度を低減できる。

【選択図】 図1

認 定 ・ 付 加 情 報

|         |                          |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 1 - 0 7 5 2 4 1 |
| 受付番号    | 5 0 1 0 0 3 7 6 4 2 4    |
| 書類名     | 特許願                      |
| 担当官     | 第六担当上席 0 0 9 5           |
| 作成日     | 平成 1 3 年 3 月 1 9 日       |

< 認定情報・付加情報 >

|       |             |
|-------|-------------|
| 【提出日】 | 平成13年 3月16日 |
|-------|-------------|

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
氏 名 株式会社日立製作所



DECLARATION

I, Katsunori ANDO , a national of Japan,  
c/o Asamura Patent Office of 331-340, New Ohtemachi  
Building, 2-1, Ohtemachi-2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan  
do hereby solemnly and sincerely declare:-

- 1) THAT I am well acquainted with the Japanese language  
and English language, and
- 2) THAT the attached is a full, true, accurate and  
faithful translation into the English language made  
by me of Japanese Patent Application No. 2001-075241 .

The undersigned declares further that all  
statements made herein of his own knowledge are true and  
that all statements made on information and belief are  
believed to be true; and further that these statements  
were made with the knowledge that willful false statements  
and the like so made are punishable by fine or imprisonment,  
or both, under section 1001, of Title 18 of the United  
States Code and that such willful false statements may  
jeopardize the validity of the application or any patent  
issuing thereon.

Signed this 3rd day of February , 2004 .

  
Katsunori ANDO

E 6139

2001-075241

[Title of Document] Patent Application

[Reference Number] 1100022301

[Addressee] Commissioner  
The Patent Office

[International Patent Classification] B01D 53/70

[Title of the Invention] METHOD AND APPARATUS  
FOR TREATING  
PERFLUOROCOMPOUNDS

[Number of Claim(s) for a Patent] 16

[Inventor]

[Address] c/o Hitachi Jigyosho, HITACHI, LTD.,  
1-1, Saiwaicho-3-chome, Hitachi-shi,  
Japan.

[Name] Shin TAMATA

[Inventor]

[Address] c/o Hitachi Jigyosho, HITACHI, LTD.,  
1-1, Saiwaicho-3-chome, Hitachi-shi,  
Japan.

[Name] Ri Koukun

[Inventor]

[Address] c/o Hitachi Jigyosho, HITACHI, LTD.,  
1-1, Saiwaicho-3-chome, Hitachi-shi,  
Japan.

[Name] Kazuyoshi IRIE

2001-075241

[Inventor]

[Address] c/o Hitachi Jigyosho, HITACHI, LTD.,  
1-1, Saiwaicho-3-chome, Hitachi-shi,  
Japan.

[Name] Yoshiki SHIBANO

[Inventor]

[Address] c/o Denryoku · Denki Kaihatsu Kenkyusho,  
HITACHI, LTD., 2-1, Omikacho-7-chome,  
Hitachi-shi, Japan.

[Name] Shuichi KANNO

[Applicant]

[Applicant's ID Number] 0 0 0 0 0 5 1 0 8

[Name] HITACHI, LTD.

[Agent]

[Agent's ID Number] 1 0 0 0 7 5 0 9 6

[Patent Attorney]

[Name] Yasuo SAKUTA

[Telephone] 03-3212-1111

[Indication on Fee]

[Prepayment Register Number] 013088

[Amount of Payment] ¥21,000-

2001-075241

[List of Items Filed]

|                          |                     |   |
|--------------------------|---------------------|---|
| [Title of Article]       | Specification ..... | 1 |
| [Title of Article]       | Drawings .....      | 1 |
| [Title of Article]       | Abstract .....      | 1 |
| [Proof: Required or not] | Yes                 |   |



[Title of Document]      Specification

[Title of the Invention]      METHOD AND APPARATUS FOR  
TREATING PERFLUOROCOMPOUNDS

[Scope of Claim for a Patent]

5      [Claim 1]

A method for treating perfluorocompounds,  
characterized by decomposing perfluorocompounds contained  
in a gas and sucking a discharged gas containing acid  
gases resulting from the decomposition of the  
10 perfluorocompounds by a jet stream of an injected gas,  
thereby ejecting the sucked gas.

[Claim 2]

A method for treating perfluorocompounds,  
characterized by decomposing perfluorocompounds  
15 contained in a gas, bringing the discharged gas  
containing acid gases resulting from the decomposition  
of the perfluorocompounds into contact with one of water  
and an alkaline solution, thereby removing the acid  
gases from the discharged gas, separating mists  
20 contained in the discharged gas after the contact with  
one of the water and the alkaline solution, and sucking  
the discharged gas separated from the mists by a jet  
stream of an injected gas, thereby ejecting the sucked  
gas.

25      [Claim 3]

A method for treating perfluorocompounds,

according to Claim 1 or 2, wherein a catalyst is used for the decomposition of the perfluorocompounds.

[Claim 4]

A method for treating perfluorocompounds  
5 according to any one of Claims 1 to 3, wherein the sucking the discharged gas by a jet stream of the injected gas and the ejecting of the sucked gas is carried out by an ejector.

[Claim 5]

10 A method for treating a discharged gas from a semiconductor production plant, characterized by decomposing perfluorocompounds contained in a discharged gas from a semiconductor production plant and sucking the discharged gas containing acid gases resulting from  
15 the decomposition of the perfluorocompounds by a jet stream of an injected gas, thereby ejecting the sucked discharged gas.

[Claim 6]

A method for treating a discharged gas from a  
20 semiconductor production plant, characterized by decomposing perfluorocompounds contained in a discharged gas from a semiconductor production plant, bringing the discharged gas containing acid gases resulting from the decomposition of the perfluorocompounds into contact  
25 with one of water and an alkaline solution, thereby removing the acid gases from the discharged gas, separating mists contained in the discharged gas after the contact with one of the water and the alkaline

solution, and sucking the discharged gas separated from the mists by a jet stream of an injected gas, thereby ejecting the sucked discharged gas.

[Claim 7]

5           A method for treating perfluorocompounds according to Claims 5 to 6, wherein a catalyst is used for the decomposition of the perfluorocompounds.

[Claim 8]

10           A method for treating a discharged gas from a semiconductor production plant according to any one of Claims 5 to 7, wherein the discharged gas is sucked by the jet stream of the injected gas and ejected by an ejector.

[Claim 9]

15           An apparatus for treating perfluorocompounds, characterized by comprising a perfluorocompounds decomposing apparatus for decomposing perfluorocompound contained in a gas fed thereto, and a gas suction apparatus for sucking the discharged gas containing acid  
20 gases resulting from the decomposition of the perfluorocompounds by a jet stream of an injected gas, thereby ejecting the gas.

[Claim 10]

25           An apparatus for treating perfluorocompounds, characterized by comprising a perfluorocompounds decomposing apparatus for decomposing perfluorocompounds contained in a gas fed thereto, an acid gas removing apparatus for removing acid gases resulting from the

decomposition of the perfluorocompounds from the  
discharged gas, and a gas suction apparatus for sucking  
the discharged gas in the acid gas removing apparatus by  
a jet stream of an injecting gas, thereby ejecting the  
5 gas.

[Claim 11]

An apparatus for treating perfluorocompounds  
according to Claim 10, wherein the acid gas removing  
apparatus for removing the acid gases by bringing the  
10 discharged gas containing the acid gases into contact  
with one of water and an alkaline solution, thereby  
removing the acid gases, and a mist separation apparatus  
for separating mists from the gas discharged from the  
acid gas removing apparatus by suction by the gas  
15 suction apparatus are provided.

[Claim 12]

An apparatus for treating perfluorocompounds  
according to Claim 11, wherein a tank for receiving one  
of the water and the alkaline solution from the acid gas  
20 removing apparatus and a discharging piping leading the  
mists separated in the mist separating apparatus to the  
tank are further provided below the acid gas removing  
apparatus and the mist separating apparatus.

[Claim 13]

25 An apparatus for treating perfluorocompounds  
according to any one of Claims 9 to 12, wherein the  
perfluorocompound decomposing apparatus is packed with a  
catalyst acting to decompose the perfluorocompounds.

[Claim 14]

An apparatus for treating perfluorocompounds according to Claim 13, wherein the catalyst contains an Al oxide and further at least one of oxides of metals  
5 selected from Zn, Ni, Ti, F, Sn, Co, Zr, Ce, Si and Pt.

[Claim 15]

An apparatus for treating perfluorocompounds according to any one of Claims 9 to 14, wherein the gas suction apparatus is an ejector.

10 [Claim 16]

An apparatus for treating perfluorocompounds according to Claim 15, wherein a means of stopping feeding of driving gas to the ejector, when the pressure of the driving gas to the ejector exceeds a set  
15 pressure, is further provided.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field Pertinent to the Invention]

The present invention relates to a method and  
20 an apparatus for treating perfluorocompounds,  
particularly to a method and an apparatus for treating  
perfluorocompounds, suitable for decomposition of  
perfluorocompounds discharged from a semiconductor  
production palnt.

25 [0002]

[Prior Art]

"Perfluorocompounds" is a general term for

compounds of carbon and fluorine; carbon, hydrogen and fluorine; sulfur and fluorine; and nitrogen and fluorine, such as  $\text{CF}_4$ ,  $\text{CHF}_3$ ,  $\text{C}_2\text{F}_6$ ,  $\text{CH}_2\text{F}_2$ ,  $\text{C}_3\text{F}_8$ ,  $\text{C}_5\text{F}_8$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{NF}_3$ , etc. which are all free from chlorine.

5 Perfluorocompounds (which will be hereinafter referred to as "PFC") are in a gaseous state and are used as an etching gas and a cleaning gas in the semiconductor production method. PFC has a long life (e.g. 10,000 years in the case of  $\text{C}_2\text{F}_6$  and 3,200 years in the case of  
10  $\text{SF}_6$ ) and is considered one of global warming gases with a high warming coefficient, which are subject to atmospheric emission control. Thus, various PFC-decomposing methods have been so far studied. One of the methods is disclosed in JP-A-11-70322 and JP-A-11-  
15 319485, where PFC is hydrolized in the presence of a catalyst, and the discharged gas containing the decomposition gases resulting from the PFC decomposition is washed with water (or an alkaline solution) and then discharged by a blower.

20 [0003]

[Problem to be Solved by the Invention]

A higher reliability is required for apparatuses relating to the semiconductor production in a semiconductor production plant from the viewpoint of  
25 continuous operation of apparatuses for producing semiconductors. A higher reliability is also required for an apparatus for treating PFC contained in the discharged gas from etching apparatuses, because, if it

is out of order, operation of several etching  
apparatuses connected thereto must be shut down.

[0004]

An object of the present invention is to  
5 provide a method and an apparatus for treating  
perfluorocompounds, capable of reducing the frequency of  
apparatus maintenance inspection.

[0005]

[Means for solving Problem]

10 The feature of the present invention capable  
of attaining the above-mentioned object resides in that  
a discharged gas containing acid gases generated by  
decomposition of perfluorocompounds is sucked by a jet  
stream of an injected gas, thereby ejecting the  
15 discharged gas. Since the discharged gas is sucked and  
ejected by a jet stream gas of an injected gas, the gas  
suction apparatus for use in the present invention has  
no driving parts, and thus the frequency of apparatus  
maintenance inspection can be considerably reduced,  
20 resulting in remarkable reduction in the frequency of  
maintenance inspection of an apparatus for treating  
perfluorocompounds and an increase in the continuous  
operating rate of the apparatus for treating  
perfluorocompounds. Particularly, in the case of a  
25 perfluorocompounds-containing discharged gas from a  
semiconductor producing apparatus, the reduction in the  
frequency of maintenance inspection of the apparatus for  
treating perfluorocompounds means an increase in the

continuous operating rate of the semiconductor producing apparatus, resulting in a considerable increase in the semiconductor production efficiency. It is desirable to use an ejector as a gas suction apparatus.

5 [0006]

Since the discharged gas containing acid gases generated by decomposition of perfluorocompounds is preferably brought into contact with one of water and an alkaline solution, the acid gases can be simply removed  
10 from the discharged gas. Furthermore, since mists generated by contact with one of water and an alkaline solution can be separated from the discharged gas, corrosion of downstream machinery and apparatuses, and pipings (or ducts) in contact with the discharged gas  
15 can be remarkably reduced.

[0007]

It is preferable to provide a tank for receiving one of the water and the alkaline solution discharged from the acid gas removing apparatus below  
20 the acid gas removing apparatus and a mist separator. The water or the alkaline solution discharged from the acid gas removing apparatus can be collected into the tank simply by gravity. Furthermore, the mists separated in the mist separator can be discharged into  
25 the tank simply by gravity through a discharge piping. No power is required for collecting the water or the alkaline solution and the separated mists, so the structure of the apparatus for treating



perfluorocompounds can be simplified.

[0008]

Decomposition of perfluorocompounds is carried out, by using a catalyst, where preferably the catalyst  
5 contains an Al oxide and further contains at least one of oxides of metals selected from Zn, Ni, Ti, F, Sn, Co, Zr, Ce, Si and Pt. By use of such a catalyst, the perfluorocompounds can be efficiently decomposed at low temperatures of 200~800°C. It is particularly  
10 preferable to use the catalyst in the form of Al-containing composite oxide such as  $\text{NiAl}_2\text{O}_4$  and  $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$ .

[0009]

[Mode for Carrying Out the Invention]

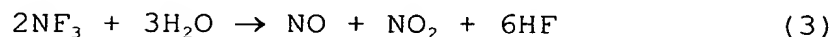
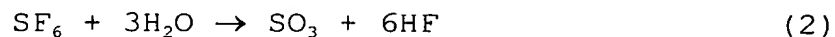
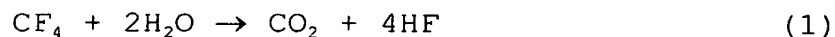
In the course of development of a series of  
15 apparatuses for decomposing PFC and treating, and ejecting the discharged gas from the decomposition treatment, the present inventors have found that blowers for transferring the discharged gas from the treatment are highly corroded by acid gases remaining in the  
20 discharged gas (the acids gases are generated by decomposition of PFC), which plays an important role in the improvement of continuous operating rate of the apparatus for treating perfluorocompounds (which may be hereinafter referred to as "PFC treating apparatus"). A  
25 result of studies made on the corrosion of blowers by the present inventors will be described below:

[0010]

In the decomposition of PFC by using a

catalyst disclosed in JP-A-11-70322, decomposition gases generate. That is, decomposition of  $\text{CF}_4$  results in generation of  $\text{CO}_2$  and  $\text{HF}$ , decomposition of  $\text{SF}_6$  results in generation of  $\text{SO}_3$  and  $\text{HF}$ , and decomposition of  $\text{NF}_3$  results in generation of  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}$  and  $\text{NO}_2$ ) and  $\text{HF}$ . In this manner, decomposition of PFC results in formation of various acid gases ( $\text{HF}$ ,  $\text{SO}_3$  and  $\text{NO}_x$ ). The foregoing decomposition reactions can be given by the following reaction equations:

10 [0011]



Acid gases ( $\text{SO}_3$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{NO}$  and  $\text{NO}_2$ ) as

15 decomposition gases of PFC can be absorbed into water (or an alkaline solution) in a discharged gas washing column and removed from the discharged gas thereby. However, as a result of tests, the present inventors have found that besides a small amount of acid gases, 20 acid gas mists are discharged from the discharged gas washing column together with the discharged gas. For example, when a discharged gas containing 0.5%  $\text{SF}_6$  was fed into a catalyst cartridge packed with a catalyst at a flow rate of 60 l/min to decompose  $\text{SF}_6$ , about 150 cc/hr 25 of water ( $\text{SO}_3$  mists) was discharged from the discharged gas washing column to which the discharged gas (containing  $\text{SO}_3$ ) from the catalyst cartridge was fed. That is, acid gas components are carried over as mists,

while taking up moistures. Once the moisture-containing  $\text{SO}_3$  mists enter the blower, condensation of the  $\text{SO}_3$  mists takes place in the impeller chamber of the blower, thereby further dissolving  $\text{SO}_3$  into water to make a  
5 sulfuric acid solution. The sulfuric acid solution acts to corrode the blower. In the case that  $\text{NF}_3$  is used as PFC, a nitric acid solution is formed in the blower, corroding the blower. In the case that the blower is treated with an anticorrosive coating treatment, the  
10 anticorrosive coating treatment cannot be extended even to the bearing, etc. of the blower, and thus the blower cannot be operated continuously for a long time. Furthermore, the frequency of maintenance inspection of the blower upon discontinuation of continuous operation  
15 will be inevitably increased and the continuous operating rate of PFC treating apparatus will be lowered.

[0012]

To prevent carry-over of corrosive acid gas  
20 mists through the course from the discharged gas washing column to the blower, it has been proposed to provide a mist separator, but 100% removal of acid gas mists (sulfuric acid mists and nitric acid mists) have been difficult to attain even by the mist separator. The  
25 acid gas mists not removed by the mist separator still acts to corrode the blower, as mentioned above.

[0013]

The present inventors have found, for the

first time, that not only the acid gas not removed in the discharged gas washing column and discharged therefrom, as led to the blower, but also the acid gas mists corrodes the blower. It is difficult to  
5 completely remove the acid gas mists in the mist separator. Blower corrosion has an adverse effect on the semiconductor production, while increasing, the frequency of maintenance inspection such as inspection, cleaning, part replacement, etc. upon shutting down the  
10 blower. The present inventors have reached a conclusion that a gas ejecting apparatus with no driving part must be used in place of the blower, and have decided to use a gas ejecting apparatus capable of sucking the discharged gas by a jet stream of an injected gas (e.g.  
15 ejector).

[0014]

A specific example of PFC treating apparatus with such a gas ejecting apparatus capable of sucking the discharged gas by a jet stream of an injected gas  
20 will be described below.

[0015]

At first, a semiconductor production plant in which the present PFC treating apparatus is incorporated will be outlined, referring to Fig. 2.

25 The semiconductor production plant comprises a semiconductor production apparatus and a discharged gas treating apparatus for treating a discharged gas from the semiconductor production apparatus. The

semiconductor production apparatus is provided with, for example, etching apparatus 67 with etching chambers 68 and 69 and etching apparatus 70 with etching chambers 71 and 72. As the discharged gas treating apparatus, PFC treating apparatus 1 for treating PFC-containing discharged gas from etching chambers 68, 69, 71 and 72 is used. Gas discharge pipes 74A, 74B, 74C and 74D connected to etching chambers 68, 69, 71 and 72, respectively, are put into one piping 40. PFC treating apparatus 1 is connected to piping 40 on one hand, and to discharged gas duct 75 through piping 49 on the other hand. Vacuum pumps 73A, 73B, 73C and 73D are provided in gas discharge pipes 74A, 74B, 74C and 74D, respectively.

15 [0016]

PFC gas as an etching gas is fed to etching chambers 68, 69, 71 and 72; each in a vacuum state, respectively. The PFC gas is brought into a plasma state to conduct etching treatments of wafers as semiconductor materials, respectively. A portion (10-30%) of the PFC gas fed each to etching chambers 68, 69, 71 and 72 is consumed by the etching treatments in the etching chambers. By driving vacuum pumps 73A, 73B, 73C and 73D, discharged gases from etching chambers 68, 69, 71 and 72 are passed through gas discharge pipes 74A, 74B, 74C and 74D, respectively, joined into piping 40 and fed to PFC treating apparatus 1. The discharged gas contains PFC gas not consumed in etching chambers 68,

69, 71 and 72. Still furthermore, the discharged gas contains HF secondarily generated from the PFC gas in the etching chambers,  $\text{SiF}_4$ , etc. generated by etching the wafers. To protect the bearings, etc. of vacuum pumps 5 73A, 73B, 73C and 73D for bringing etching chambers 68, 69, 71 and 72 into a negative pressure state from HF as a corrosive acid gas, a  $\text{N}_2$  gas is fed to the bearings of the vacuum pumps. That is, the PFC concentration of the discharged gas led to PFC treating apparatus 1 is 10 approximately 0.5%. The PFC gas is decomposed in PFC treating apparatus 1. The discharged gas from PFC treating apparatus 1 is discharged to discharged gas duct 75 through piping 49. The PFC concentration of discharged gas to PFC treating apparatus 1 and that of 15 discharged gas from PFC treating apparatus 1 are measured. The PFC concentration of discharged gas from PFC treating apparatus 1 is monitored, and when the concentration exceeds a set concentration, an alarm is given. Still furthermore, soundness of catalytic 20 reaction or timing of catalyst exchange due to catalyst degradation is checked from a decomposition ratio calculated from PFC concentrations between the inlet and the outlet of PFC treating apparatus 1.

[0017]

25                Several embodiments of the present PFC treating apparatus applied to treatment of a discharged gas from the semiconductor production method will be described in detail below. Throughout the drawings

showing the embodiments, same structural members are identified with the same reference numerals.

[0018]

A PFC treating apparatus according to one  
5 preferable embodiment of the present invention will be described below, referring to Fig. 1.

PFC treating apparatus 1 of this embodiment comprises a silicon removing apparatus, reactor 2, cooling chamber 6, discharged water tank 12, discharged  
10 gas washing column 13, cyclone 16 and ejector 24. The silicon removing apparatus comprises inlet packed column 8 and spray column 10. Inlet packed column 8 has packed bed 9 packed with packings such as Raschig rings within it. Spray column 10 has spray 11 within it. Piping 40  
15 is connected to the space below packed bed 9 in inlet packed column 8. Space above packed bed 9 in inlet packed column 8 is connected to spray column 10 through piping 41. Reactor 2 has catalyst cartridge 3 and heating space 5 within it. Catalyst cartridge 3 has a  
20 catalyst bed packed with a catalyst within it. Catalyst for use in the catalyst bed is an alumina-based catalyst containing 80%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  as an Al oxide and 20% NiO as a Ni oxide. Heating space 5 is provided upstream of catalyst cartridge 3. Heater 4 is provided on the outside of  
25 reactor 2 so as to surround heating space 5. Cooling chamber 6 connected to reactor 2 has spray 7 within it and is positioned below catalyst cartridge 3. Piping 42 connects spray column 10 to heating space 5. Piping 43

for feeding water (or steam) and piping 44 for feeding air are each connected to heating space 5.

[0019]

Discharged gas washing column 13 as an acid gas removing apparatus has spray 15 at the upper position within it and packed bed 14 packed with plastic Raschig rings below spray 15. Discharged water tank 12 connected to discharged gas washing column 13 is provided below discharged gas washing column 13.

Discharged water tank 12 is connected to cooling chamber 6 through piping 45. Piping 57 connected to space below packed bed 9 in inlet packed column 8 is inserted into discharged water tank 12 from the top side, as shown in Fig. 7. Piping 57 positioned in discharged water tank 12 has float seat 58 for establishing a water seal structure, float 59 and float stopper 60. Annular float seat 58 is provided at the lower end of the inside wall of piping 57. Float stopper 60 of coarse wire net is provided at a position above float seat 58 and within piping 57. In piping 57, float 59 is provided between float seat 58 and float stopper 60. Discharged water pipe 46 with discharged water pump 80 is connected to the bottom of discharged water tank 12. Piping 66 is connected to discharged water pipe 46 at a position downstream of discharged water pump 80 and is further connected to space above packed bed 9 in inlet packed column 8. Piping 57 connected to the bottom of inlet packed column 8, i.e. below packed bed 9 in inlet packed



column 8, is inserted into discharged water tank 12.

[0020]

Structure of cyclone 16 as a mist separator will be described below, referring to Figs. 3 and 4.

5 Cyclone 16 has lower compartment 19 and upper compartment 20, both being partitioned by partition wall 7, within it. Discharged gas feed member 38 is extended in the tangential direction to the inside wall of lower compartment 19. Flow passage 39 in discharged gas feed  
10 member 38 is tapered toward lower compartment 19. Piping 47 connected to the top of discharged gas washing column 13 is connected to discharged gas feed member 38. Passage 18 penetrated through partition wall 7 connects lower compartment 19 to upper compartment 20. Drain  
15 outlet 23 formed at the bottom of lower compartment 19 is connected to drain piping 53, which is connected to discharge water tank 12. Drain outlet 22 formed in upper compartment 20 is connected to discharged water tank 12 through drain piping 54. A filter, an  
20 electrostatic precipitator and an activated carbon adsorption column can be used as a mist separator besides the cyclone.

[0021]

As shown in Fig. 5, ejector 24 comprises  
25 ejector body 25, injection nozzle 27 and ejection nozzle 34. Ejector body 25 has internal space 26 within it. Injection nozzle 27 has nozzle member 28. As shown in Fig. 6, injection member 29 is screwed into the tip end

part of nozzle member 28. Injection orifice 30, about 2 mm in inner diameter, is formed in injection member 29. Injection member 29 is made of highly corrosion-resistant and highly durable metal or ceramic. Ejection nozzle 34 has ejection passage 35 within it. Injection nozzle 27 is provided against one end of ejector body 25 through packing 76. Tip end of nozzle member 28 of injection nozzle 27 is inserted into ejector body 25 and is positioned in internal spacing 26. Injection orifice 30 is connected to flow passage 31 formed in nozzle member 28 and to internal spacing 26. Ejection nozzle 34 is provided against another end of ejector body 25 through packing 37. Ejection passage 35 of ejection nozzle 34 is counter-posed to injection member 29 screwed in nozzle member 28. Inlet of ejection passage 35 is connected to internal space 26. Ejection passage 35 has throat region 77 with a minimum passage cross-sectional area within it. Ejection passage 35 is increased in the passage cross-sectional area from throat region 77 toward the inlet and also from throat region 77 toward ejector outlet 78. Degree of the latter increase in the passage cross-sectional area is smaller than degree of the former increase. Pressing plate 32 with flow inlet 33 is counterposed to injection nozzle 27 through packing 36. Pressing plate 32, injection nozzle 27, ejector body 25 and ejection nozzle 34 are arranged in this order and secured by bolts 78 and nuts 79. Other members than pressing plate 32 and

injection member 29 of injection nozzle 27, e.g. ejector body 25 and ejection nozzle 34, are made of highly corrosion-resistant plastic, for example vinyl chloride resin (or fluororesin, etc.).

5       [0022]

Piping 48 provided on ejector body 25 is connected to discharge outlet 21 formed at the top of upper compartment 20. Piping 48 is also connected to internal space 26 in ejector body 25. Piping 49,  
10 connected to discharged gas duct 75 is connected to ejector outlet 78 of ejection nozzle 34. Condensate drain piping 55 connected to piping 49 is connected to discharged water tank 12. Water feed pipe 50 is connected to spray 15. Water feed pipe 51 is connected  
15 to spray 11. Water feed pipe 52 is connected to spray 7. Water feed pipes 51 and 52 are connected to water feed pipe 50.

[0023]

Compressed air feeder 81 is fixed to pressing  
20 plate 32. As shown in Fig. 1, compressed air feeder 81 comprises air feed pipe 56, pressure control valve 63 and air feed valve 64. Air feed pipe 56 is connected to pressing plate 32 and communicated with flow inlet 33. Pressure control valve 63 is provided in air feed pipe  
25 56, whereas air feed valve 64 is provided in air feed pipe 56 at a position upstream of pressure control valve 63. Air feed pipe 56 is connected to a compressor, though not shown in the drawings. Numeral 65 is a

pressure switch for safety interlock.

[0024]

PFC treatment in PFC treating apparatus 1 of this embodiment will be described below. PFC contained  
5 in the discharged gas to be fed to PFC treating apparatus depends on kinds of semiconductors produced in semiconductor production apparatuses or semiconductor makers. Production of wafers as a based material for semiconductors involves cases of using a single PFC and  
10 a plurality of PFCs. In this embodiment, the case of using  $\text{SF}_6$  and  $\text{C}_2\text{F}_6$  as PFC in the semiconductor production is explained.

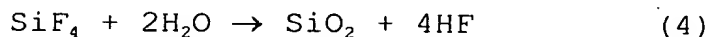
[0025]

Discharged gas containing  $\text{SF}_6$  and  $\text{C}_2\text{F}_6$  as PFC,  
15  $\text{SiF}_4$  and HF from etching chambers 68, 69, 71 and 72 is fed to inlet packed column 8 of a silicon removing apparatus through piping 40 by driving vacuum pumps 73A, 73B, 73C and 73D. The discharged gas ascends through packed bed 9 and is led to spray column 10 of the  
20 silicon removing apparatus through piping 41. Fresh water fed through water feed pipe 51 is sprayed into spray column 10 through spray 11. The sprayed water is discharged into piping 41 and led to inlet packed column 8. Discharged water in discharged water tank 12 is fed  
25 to inlet packed column 8 through discharged water pipe 46 and piping 66 by driving discharged water pump 80. The discharged water and the sprayed water descend through packed bed 9.

[0026]

SiF<sub>4</sub> contained in the discharged gas undergoes reaction of the following reaction equation (4) through contact with water (discharged water and water sprayed  
5 in spray column 10) in inlet packed column 8 and is decomposed to SiO<sub>2</sub> and HF:

[0027]



HF contained in the discharged gas fed to  
10 inlet packed column 8 and HF formed by reaction of the reaction equation (4) are absorbed into water in inlet packed column 8 and removed from the discharged gas. SiO<sub>2</sub> as a solid is also washed away by the washing water. Packed bed 9 acts to increase a contact efficiency  
15 between the ascending discharged gas and the descending washing water and increase a reaction efficiency of the reaction equation (4) and an absorption efficiency of HF into water. Water containing SiO<sub>2</sub> and absorbed HF is led to discharged water tank 12 below inlet packed column 8  
20 through piping 57. Other impurities contained in the discharged gas are also removed by water in inlet packed column 8 and spray column 10.

[0028]

HF not absorbed into water in inlet packed  
25 column 8 is led to spray column 10 together with the discharged gas and absorbed into sprayed water there. SiF<sub>4</sub> remaining in the discharged gas led to spray column 10 from inlet packed column 8 undergoes reaction of the

reaction equation (4) through contact with the sprayed water in spray column 10. HF generated from the reaction is absorbed into the sprayed water. Generated  $\text{SiO}_2$  is also washed away by the sprayed water and  
5 discharged into inlet packed column 8 and piping 57.

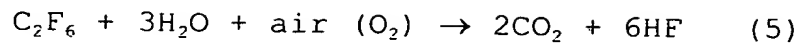
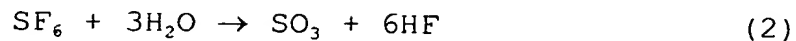
[0029]

The discharged gas containing  $\text{SF}_6$  and  $\text{C}_2\text{F}_6$  discharged into piping 42 from spray column 10 is fed to heated space 5 of reactor 2 at a flow rate of 60 l/min.  
10 The discharged gas contains neither HF nor  $\text{SiF}_4$  nor  $\text{SiO}_2$  formed by the reaction of the reaction equation (1). Water (or steam) is fed through piping 43 to heated space 5, and air is fed thereto through piping 44. Decomposition reaction of PFC by a catalytic action is  
15 hydrolysis, and thus the necessary water (or steam) for the reaction is fed thereto. The discharged gas is heated, together with the water and the air, to the temperature of  $750^\circ\text{C}$ , at which decomposition of  $\text{SF}_6$  and  $\text{C}_2\text{F}_6$  by the catalytic action starts, by heater 4.  
20 Depending on the kinds of PFC heating temperature is about  $650^\circ$  to about  $750^\circ\text{C}$ . Water turns to steam. The discharged gas containing steam, air,  $\text{SF}_6$  and  $\text{C}_2\text{F}_6$  heated to  $750^\circ\text{C}$  is fed to catalyst cartridge 3.

[0030]

25 Reaction of the above-mentioned reaction equation (2) and reaction of the following reaction equation (5) of  $\text{SF}_6$  and  $\text{C}_2\text{F}_6$  with  $\text{H}_2\text{O}$  are promoted by the action of alumina-based catalyst in catalyst cartridge 3

to decompose  $\text{SF}_6$  to  $\text{SO}_3$  and HF and  $\text{C}_2\text{F}_6$  to  $\text{CO}_2$  and HF.



Reactions of the reaction equations (2) and (5) take  
5 place in the presence of steam.  $\text{SF}_6$  and  $\text{C}_2\text{F}_6$  are 100%  
decomposed. In the case that air, particularly oxygen,  
is not fed to catalyst cartridge 3, harmful CO is formed  
by reaction of  $\text{C}_2\text{F}_6$  with  $\text{H}_2\text{O}$ . When air is fed thereto,  
the oxygen contained in the air converts CO to harmless  
10  $\text{CO}_2$ , and thus no CO is generated as shown by the reaction  
equation 5. Oxygen may be fed thereto in place of air.

[0031]

By use of a catalyst comprising 80%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and  
20% NiO,  $\text{SF}_6$  and  $\text{C}_2\text{F}_6$  are 100% decomposed in catalyst  
15 cartridge 3 at  $750^\circ\text{C}$ . Besides the catalyst comprising  
80%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and 20% NiO, such kinds of catalyst as  
disclosed in sections "Means for solving the Problem"  
and "Modes of Embodiments of the Invention" of JP-A-11-  
70322 (catalysts containing an Al oxide and at least one  
20 of oxides of metals selected from Zn, Ni, Ti, F, Sn, Co,  
Zr, Ce, Si and Pt) can decompose PFC.

[0032]

In this embodiment, since silicon contained in  
the form of such compounds as  $\text{SiF}_4$ , etc. in the  
25 discharged gas can be removed by carrying out the  
reaction of the reaction equation (4) in the silicon  
removing apparatus, catalytic decomposition efficiency  
of PFC can be increased. When the discharged gas

containing silicon is fed to reactor 2, the reaction of the reaction equation (4) takes place in heated space 5 by water (or steam) fed through piping 43, and the generated  $\text{SiO}_2$  is led to catalyst cartridge 3. In that case, there are the following problems ① and ②. ① the resulting  $\text{SiO}_2$  plugs pores formed in the catalyst. ② the resulting  $\text{SiO}_2$  plugs clearances formed between catalysts. Catalyst surface area is reduced by ① and ②, lowering the PFC decomposition reaction rate.

10 Discharged gas flow through clearances between the catalysts is deteriorated due to ②, inhibiting the catalyst and the discharged gas from their contact, resulting in lowering of PFC decomposition reaction rate. In this embodiment,  $\text{SiO}_2$  is removed in advance in

15 the silicon removing apparatus, and thus the PFC decomposition efficiency can be improved without said problems.

[0033]

Discharged gas containing  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CO}_2$  and HF as

20 decomposition gases of  $\text{SF}_6$  and  $\text{C}_2\text{F}_6$  is fed to cooling chamber 6 from catalysts cartridge 3. Water fed through water feed pipe 52 is sprayed from spray 7 into cooling chamber 6. The discharged gas is cooled through contact with the sprayed water, so the discharge gas temperature

25 is lowered to  $100^\circ\text{C}$  or lower, whereby apparatuses at the positions downstream of reactor 2 (cooling chamber 6, discharged gas washing column 13, cyclone 16 and ejector 24) and pipings connecting one apparatus to another



(pipings 45, 47, 48 and 49, discharged water pipe 46, drain pipes 53 and 54 and condensate drain piping 55) can be made of vinyl chloride resin (or fluoro-resin, etc.) as highly corrosion-resistant plastics. Pipings 5 57 and 66 can be also made of vinyl chloride resin. A portion of HF contained in the discharged gas is absorbed into the sprayed water. The sprayed water and the discharged gas are led to the space above liquid level 61 in discharged water tank 12 from cooling 10 chamber 6 through piping 45. Discharged water is stored in discharged water tank 12 temporarily. By driving discharged water pump 80, the water in discharged water tank 12 is discharged into discharged water pipe 46 to a discharged water treatment plant (not shown in the 15 drawing) near the PFC treating apparatus.

[0034]

When the water discharged from inlet packed column 8 passes through piping 57, float 59 is in a floating state above float seat 58 in piping 57 in 20 discharged water tank 12, and thus the water passes through float stopper 60 and float seat 58, and further passes at the open end of piping 57 and is fed to discharged water tank 12. Float 59 is inhibited from further upward movement by float stopper 60. The 25 discharged gas, when happens to flow into piping 57 at inlet packed column 8, passes through piping 57 to reach such part of piping 57, as is in discharged water tank 12. At the position near the open end of piping 57, the

water is pushed out of piping 57 by the discharged gas to establish a discharged gas atmosphere. Float 59 fails to maintain floating in piping 57 in such a discharged gas atmosphere and falls onto float seat 58 to close the opening end. Thus, flow of the discharged gas from inlet packed column 8 into piping 57 is stopped.

[0035]

Such a discharged gas containing decomposition gases is led to discharged gas washing column 13 from discharged water tank 12. Water fed through water feed pipe 50 is sprayed by spray 15. The sprayed water descends through packed bed 14 to fall into discharged water tank 12. The discharged gas ascends through packed bed 14. SO<sub>2</sub> and HF as acid gases contained in the discharged gas are absorbed into the sprayed water and separated from the discharged gas. However, a small amount of acid gases and acid gas mists (SO<sub>2</sub> mists) containing moisture are discharged into piping 47 from discharged gas washing column 13 and fed to flow passage 39 in discharged gas feed member 38 of cyclone 16. An aqueous alkaline solution (aqueous NaOH solution or aqueous KOH solution) may be sprayed by spray 15 in place of water.

[0036]

The discharged gas is fed to lower compartment 19 of cyclone 16 through flow passage 39 and descends while whirling around passage 18. Acid gas mists

contained in the discharged gas are separated from the discharged gas by whirling of the discharged gas and blown off outwardly to attach to the side walls of lower compartment 19. The attached mists flow down along the side walls toward the bottom of lower compartment 19. The separated acid gas mists are discharged into discharged water tank 12 from drain outlet 23 through drain piping 53. The whirling stream of the discharged gas in lower compartment 19 ascends through passage 18, while whirling, and reaches upper compartment 20. Since the discharged gas is still in a whirling state even in upper compartment 20, the acid gas mists entrained in the discharged gas are separated from the discharged gas and flow downward along the side walls of upper compartment 20. The separated acid mists are discharged into discharged water tank 12 through drain outlet 22 and drain piping 54. The discharged gas with considerably reduced content of acid gas mists is discharged into piping 48 from discharge outlet 21 and then led to ejector 24.

[0037]

Compressed air, which is compressed by a compressor (not shown in the drawings), is fed to ejector 24 through air feed pipe 56 by opening air feed valve 64. The compressed air is a driving gas for ejector 24. Pressure of compressed air is controlled to a set pressure by adjusting the opening degree of pressure control valve 63. Compressed air is fed to

ejector 24 at substantially the same flow rate as that of the discharged gas to be fed to reactor 2, i.e. about 60 - about 80 l/min and at a pressure of about 0.1 Mpa. N2 gas or He gas may be used as a driving gas in place  
5 of the compressed air.

[0038]

The compressed air is fed to flow passage 31 of nozzle member 28 from flow inlet 33 and injected from injection orifice 30 toward ejection passage 35 of  
10 ejection nozzle 34 at a sonic or supersonic speed. The injection stream of compressed air from injection orifice 30 generates a negative pressure in throat region 77 or its neighborhood of ejection passage 35. By the action of the negative pressure, the discharged  
15 gas in piping 48 is sucked into ejection passage 35 through internal space 26 and discharged into piping 49. The discharged gas is led to discharged gas duct 75 for acid gases through piping 49. Condensate contained in the discharged gas from ejector 24 is led to discharged  
20 water tank 12 through condensate drain piping 55. By the sucking action of ejector 24 to such the discharged gas, cooling chamber 6, discharged water tank 12 and discharged gas washing column 13 are kept in a negative pressure state to prevent SO<sub>3</sub>, HF, etc. contained in the  
25 discharged gas from leakage to the outside.

[0039]

Generally, the conventional ejector has been used to generate a high vacuum state. Thus, the

conventional ejector cannot have no such higher suction gas rate than that of blowers and thus fails to serve as a substitute for blowers. In the conventional ejector, ejector suction power largely depends on pressure of driving compressed air and is abruptly lowered with increasing ejection flow rate of the gas to be sucked, as shown in Fig. 8 by the dotted line. It is impossible to use an ejector generally used for generating a vacuum state (generation of suction power) as a substitute for a blower because of too large differences in the characteristics therebetween.

[0040]

On the other hand, ejector 24 used in this embodiment has such ejection characteristics as shown in Fig. 8 by the full line. Even if the ejection flow rate of the discharged gas from ejector 24 is increased, degree of lowering of the suction power of ejector 24 can be kept small. Ejector 24 has been developed by the present inventors. Ejector 24 has substantially equivalent ejection characteristics to those of the blower (as shown in Fig. 8 by the dash-and-dot line). Even if the pressure of driving compressed air to be fed to ejector 24 is changed to e.g. 0.1 Mpa and 0.12 Mpa, respectively, the degree of lowering of the suction power is substantially not changed against the increasing ejection flow rate of discharged gas. Thus, ejector 24 can have a large ejection flow rate of discharged gas.

[0041]

Furthermore, as characteristics of ejector 24, discharged gas suction power increases proportionally to increasing pressure of driving compressed air. There  
5 would be a risk of damaging ejector 24 due to higher vacuum established when the pressure of compressed air to ejector 24 exceeds the set pressure as a result of disorder in pressure control valve 63. Pressure switch  
65 detects pressure in air feed pipe 56 at the position  
10 downstream of pressure control valve 63 to close air feed valve 64 when the pressure exceeds the set pressure and stops the compressor (not shown in the drawings).

[0042]

Discharged gas led to ejector 24 contains a  
15 small amount of acid gas mists, but ejector 24 made of a highly corrosion-resistant plastic has no fear of corrosion, even if it is brought into contact with the acid gas mists. In this embodiment any corrosion due to decomposition gas does not take place in ejector 24 as a  
20 decomposition gas-containing discharged gas ejecting apparatus, and thus maintenance working such as inspection, part replacement, etc. of the discharged gas ejecting apparatus (apparatus for injecting a gas to such another gas) is substantially not required. That  
25 is, a frequency of maintenance inspection is considerably lower than in the case of using a blower, and continuous operation rate of PFC treating apparatus 1 is considerably improved. Since injection member 29

with injection orifice 30 for ejecting the discharged gas at a sonic or supersonic speed is made of a highly corrosion-resistant, highly durable ceramic, wearing due to sonic speed-discharged gas is considerably less,  
5 contributing to lowering of a frequency of maintenance inspection of ejector 24. Thus, ejector 24 can perform continuous long-term operation fully.

[0043]

Use of cyclone 16 as a mist separating  
10 apparatus can reduce the amount of acid gas mists to discharged gas duct 75 through ejector 24. Thus, the amount of mists condensed in discharged gas duct 75 can be reduced, considerably reducing corrosion of discharged gas duct 75. Reduction in the amount of  
15 mists results in further prolongation of the life of ejector 24.

[0044]

Discharged water tank 12 is at the lowest position and thus the water discharged from inlet packed  
20 column 8 and spray column 10, sprayed water from cooling chamber 6 and discharged gas washing column 13 and drain water separated in cyclone 16 flow into discharged water tank 12 by gravity. Thus, pumps for transferring these kinds of water to discharged water tank 12 are not  
25 required, thereby making the structure of PFC treating apparatus 1 more compact.

[0045]

PFC treating apparatus 1 of this embodiment

can decompose any other PFC than  $\text{SF}_6$  and  $\text{C}_2\text{F}_6$ .

[0046]

$\text{SF}_6$  decomposition treatment test was carried out in PFC treating apparatus 1 shown in Fig. 1, using a simulation gas containing  $\text{SF}_6$ . Simulation gas was prepared by diluting  $\text{SF}_6$  with a nitrogen gas to contain 0.5%  $\text{SF}_6$ . The simulation gas was fed to reactor 2 of PFC treating apparatus 1 at a flow rate of 60 l/min. Air and water were also fed to reactor 2 at 15 l/min. and 20 ml/min, respectively. The simulation gas containing water and air was heated to 750°C by an electric heater in heating space 5. Then, the simulation gas was fed to catalyst cartridge 3 and decomposed. Catalyst packed in catalyst cartridge 3 was a NiO and  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -containing catalyst.

[0047]

$\text{SF}_6$  was treated at a space velocity of simulation gas to catalyst of 1,000/h. Gas containing  $\text{SF}_6$  decomposition gas, discharged from reactor 2 was cooled in cooling chamber 6 and then led to cyclone 16 at a flow velocity of about 20 m/s through discharged gas washing column 14. Acid gas mists separated and removed by cyclone 16 was discharged into discharged water tank 12 from the bottom of cyclone 16 through drain piping 53. Gas discharged from cyclone 16 was sucked by ejector 24 driven by compressed air at 0.1 Mpa. Flow rate of compressed air to ejector 24 was about 70 l/min.



[0048]

SO<sub>3</sub> concentration of the gas at a position upstream of cyclone 16 (in piping 47) and at a position downstream thereof (in piping 48) was measured to  
5 determine a mist removal efficiency of cyclone 16. Since SO<sub>3</sub> mists are formed by absorption of water molecules around SO<sub>3</sub> as nuclei, a mist removal efficiency of cyclone 16 can be calculated by a ratio of SO<sub>3</sub> concentration in piping 48 to that in piping 47. SO<sub>3</sub>  
10 concentration was calculated by subtracting a gas chromatographically measured SO<sub>2</sub> concentration from a SO<sub>x</sub> concentration measured by a liquid trapping method. As a result, SO<sub>3</sub> concentration was 1,400 ppm at the position upstream of cyclone 16, whereas it was 280 ppm after  
15 cyclone 16. That is, 80% of the mists was removed by cyclone 16.

[0049]

Mist particle size distribution was measured at the outlet of cyclone 16. Mists contained in the gas  
20 discharged from cyclone 16 had particle sizes substantially smaller than 1 μm. Mists having particle sizes of 1 μm or more were removed by cyclone 16. After the treating operation for a predetermined time, ejector 24 was dismantled and it was found by inspection that no  
25 corrosion took place at the interior of ejector 24 and no condensate was observed in piping 49 at the outlet side of ejector 24.

[0050]

In place of the aforementioned SF<sub>6</sub>-containing simulation gas, a NF<sub>3</sub>-containing simulation gas was used to conduct the same test as in the case of using the SF<sub>6</sub>-  
5 containing simulation gas. Nitric acid mists were smaller in particle sizes than sulfuric acid mists, and accordingly the removal efficiency of the mist removing apparatus was as low as 20-30%, but no corrosion, etc. were found to take place in the ejector as in the test  
10 with the SF<sub>6</sub>-containing simulation gas.

[0051]

PFC treating apparatus 1A as another embodiment of the present invention will be described below, referring to Fig. 9, where the same members as in  
15 embodiment of Fig. 1 are identified by the same reference numerals. PFC treating apparatus 1A is different from PFC treating apparatus 1 only in omission of cyclone 16 of Fig. 1. Accordingly, piping 47 connects the top of discharged gas washing column 13  
20 directly to internal space 26 of ejector 24. In this embodiment, the discharged gas in discharged gas washing column 13 is sucked into piping 47 by the suction by ejector 24 and discharged into piping 49.

[0052]

25 In this embodiment, the structure is more simplified than PFC treating apparatus 1 due to the omission of cyclone 16. This embodiment is preferably applied to the case that the concentration of PFC to PFC

treating apparatus 1A is low and the amount of acid gas mists entrained in the discharged gas from discharged gas washing column 13 is small.

[0053]

5                   When the concentration of PFC to the PFC treating apparatus is low, discharged gas washing column 13 may be omitted in the embodiment of Fig. 1, where piping 47 connected to cyclone 16 is connected directly to the space above liquid level 61 in discharged water  
10 tank 12.

[0054]

                  In the semiconductor production plant, wafers with metallic wirings are etched in some case. For example, in the semiconductor production plant shown in  
15 Fig. 10, wafers with metallic wirings are etched in etching chambers 68 and 69 of etching apparatus 67. A large amount of attachable by-products originating from the metallic wirings are generated by the etching. Residual PFC containing the by-products, HF and  $\text{SiF}_6$  are  
20 discharged from etching chambers 68 and 69 and fed, together with  $\text{N}_2$  gas fed to vacuum pumps 73A and 73B, to pretreating apparatus 82 packed with activated carbon. The attachable by-products are removed by pretreating apparatus 82. The discharged gas from pretreating  
25 apparatus 82 is led to PFC treating apparatus 1 through piping 40. By removing the attachable by-products by pretreating apparatus in this manner, PFC can be efficiently decomposed by catalyst cartridge 3.

[0055]

In some case, a chlorine gas, a hydrogen chloride gas or a hydrogen bromide (HBr) gas is used as etching gas besides the PFC gas, where the chlorine gas, the hydrogen chloride gas or the hydrogen bromide gas is mixed with the PFC gas and fed to the etching chambers. Depending on the etching treatment, the chlorine gas, the hydrogen chloride gas or the hydrogen bromide gas is fed to the etching chambers after the etching by the PFC gas has been finished. Depending on the case, etching treatment by the chlorine gas, the hydrogen chloride gas or the hydrogen bromide gas is carried out before the etching treatment by the PFC gas, where feeding of the chlorine gas, the hydrogen chloride gas or the hydrogen bromide gas to the etching chambers is carried out before the feeding of the PFC gas. The chlorine gas, the hydrogen chloride gas and the hydrogen bromide gas are the same acid gases as HF.

[0056]

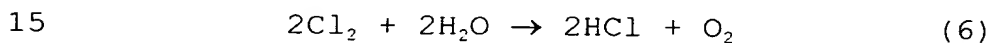
The case of feeding a chlorine gas and a PFC gas to etching chambers will be described below. Discharged gas containing chlorine gas and PFC gas discharged from the etching chambers and the  $N_2$  gas from vacuum pumps is fed to PFC treating apparatus 1 as shown in Fig. 1 through piping 40. Decomposition treatment of PFC in PFC treating apparatus 1 is carried out in the same manner as described in the embodiment of Fig. 1. Behavior of the chlorine gas in PFC treating apparatus 1

will be described below.

[0057]

Simulation gas containing N<sub>2</sub> and 1% Cl<sub>2</sub> was fed to PFC treating apparatus 1. The Cl<sub>2</sub> gas was passed through inlet packed column 8 and spray column 10 to reach reactor 2 through piping 42. The catalyst temperature was 750°C (simulation gas flow rate: 60 l/min.). The Cl<sub>2</sub> gas was substantially not removed in inlet packed column 8 and spray column 10. Air and reaction water were fed to reactor 2 at 10 l/min. and 15 ml/min., respectively. The Cl<sub>2</sub> gas is oxidized by the catalyst in catalyst cartridge 3 to turn to a HCl gas by reaction shown by the following reaction equation (6).

[0058]



The HCl gas is easily soluble in water and thus was absorbed into sprayed water in discharged gas washing column 13 and removed from the simulation gas. The simulation gas was discharged from discharged gas washing column 13 at a Cl<sub>2</sub> concentration of 100 ppm. That is, 99% of Cl<sub>2</sub> was removed thereby. No HCl was detected in the discharged simulation gas. No corrosion by the Cl<sub>2</sub> gas was found on ejector 24.

[0059]

25    [Effect of the Invention]

According to the present invention, the frequency of maintenance inspection of an apparatus for treating perfluorocompounds can be considerably reduced

and the operating rate of the apparatus for treating perfluorocompounds can be increased.

[Brief Description of Drawings]

[Fig. 1]

5                This is a structural diagram of an apparatus for treating perfluorocompounds according to one preferable embodiment of the present invention.

[Fig. 2]

10              This is a structural diagram of a semiconductor production plant in which the present apparatus for treating perfluorocompounds of Fig. 1 is incorporated.

[Fig. 3]

15              This is a vertical cross-sectional view of a cyclone shown in Fig. 1.

[Fig. 4]

                This is a cross-sectional view along the line IV-IV of Fig. 3.

[Fig. 5]

20              This is a vertical cross-sectional view of ejector shown in Fig. 1.

[Fig. 6]

                This is an enlarged cross-sectional view of zone VI of Fig. 5.

25              [Fig. 7]

                This is a vertical cross-sectional view of discharged water tank shown in Fig. 1.

[Fig. 8]

This is a diagram showing evacuating characteristics of ejector of Fig. 7.

[Fig. 9]

5            This is a structural diagram of an apparatus for treating perfluorocompounds according to another preferable embodiment of the present invention.

[Fig. 10]

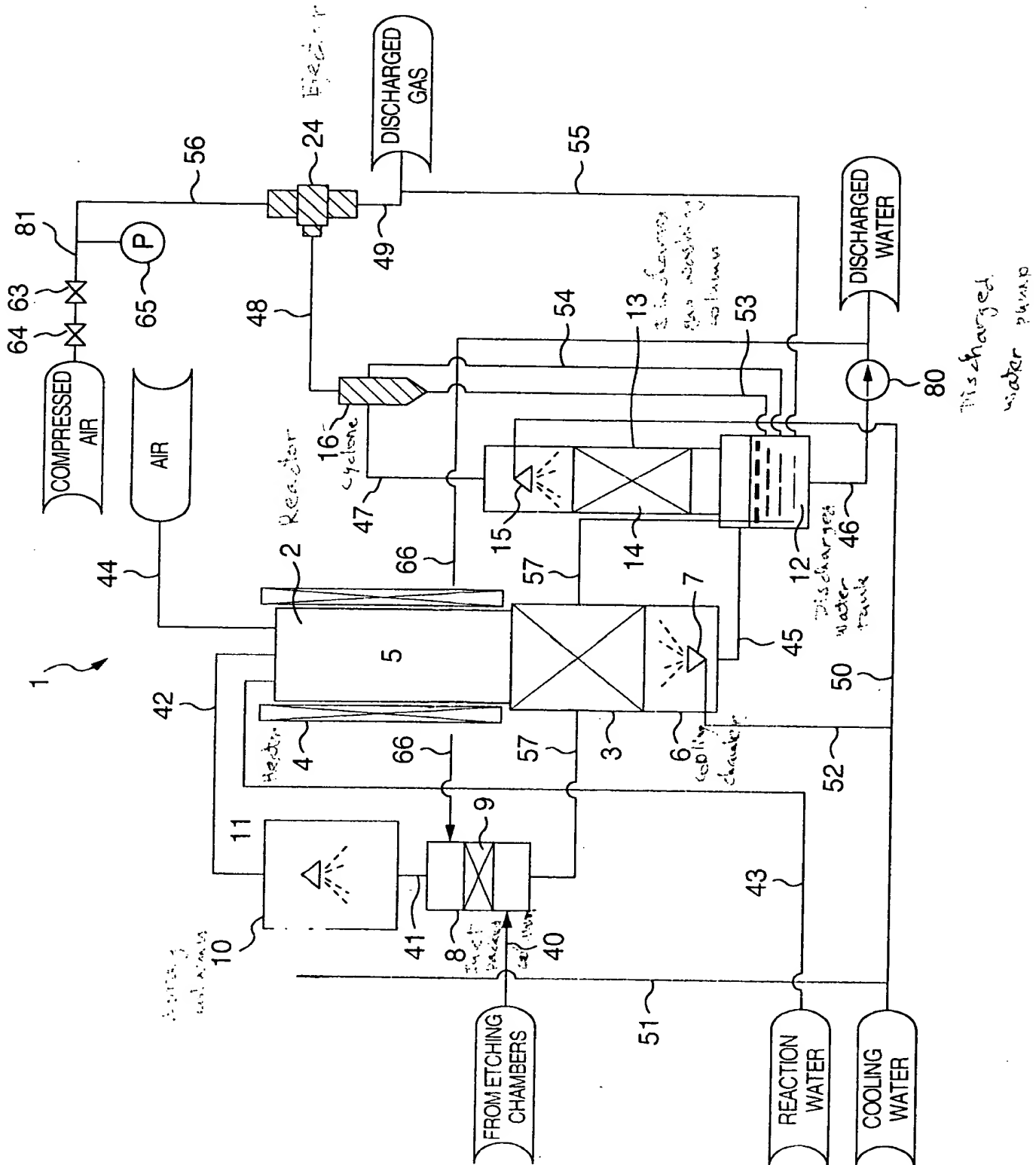
10           This is a structural diagram of another example of a semiconductor production plant in which the present apparatus for treating perfluorocompounds is incorporated.

[Description of Reference Numerals]

1: apparatus for treating perfluorocom-  
15 pounds; 2: reactor; 3: catalyst cartridge; 4: heater;  
6: cooling chamber; 7, 11 and 15: sprays; 8: inlet  
packed column; 10: spray column; 12: discharged water  
tank; 13: discharged gas washing column; 16: cyclone;  
19: lower compartment; 20: upper compartment;  
20 24: ejector; 25: ejector body; 27: injection nozzle;  
28: nozzle member; 29: injection member; 30:  
injection orifice; 34: ejection nozzle, 35: ejection  
passage; 46: discharged water piping; 50, 51 and 52:  
water feed pipes; 56: air feed pipe; 63: pressure  
25 control value; 67 and 70: etching apparatuses; 73A, 73B,  
73C and 73D: vacuum pumps; 81: compressed air feeder;  
82: pretreating apparatus.

[Title of Document] Drawing  
[Fig. 1]

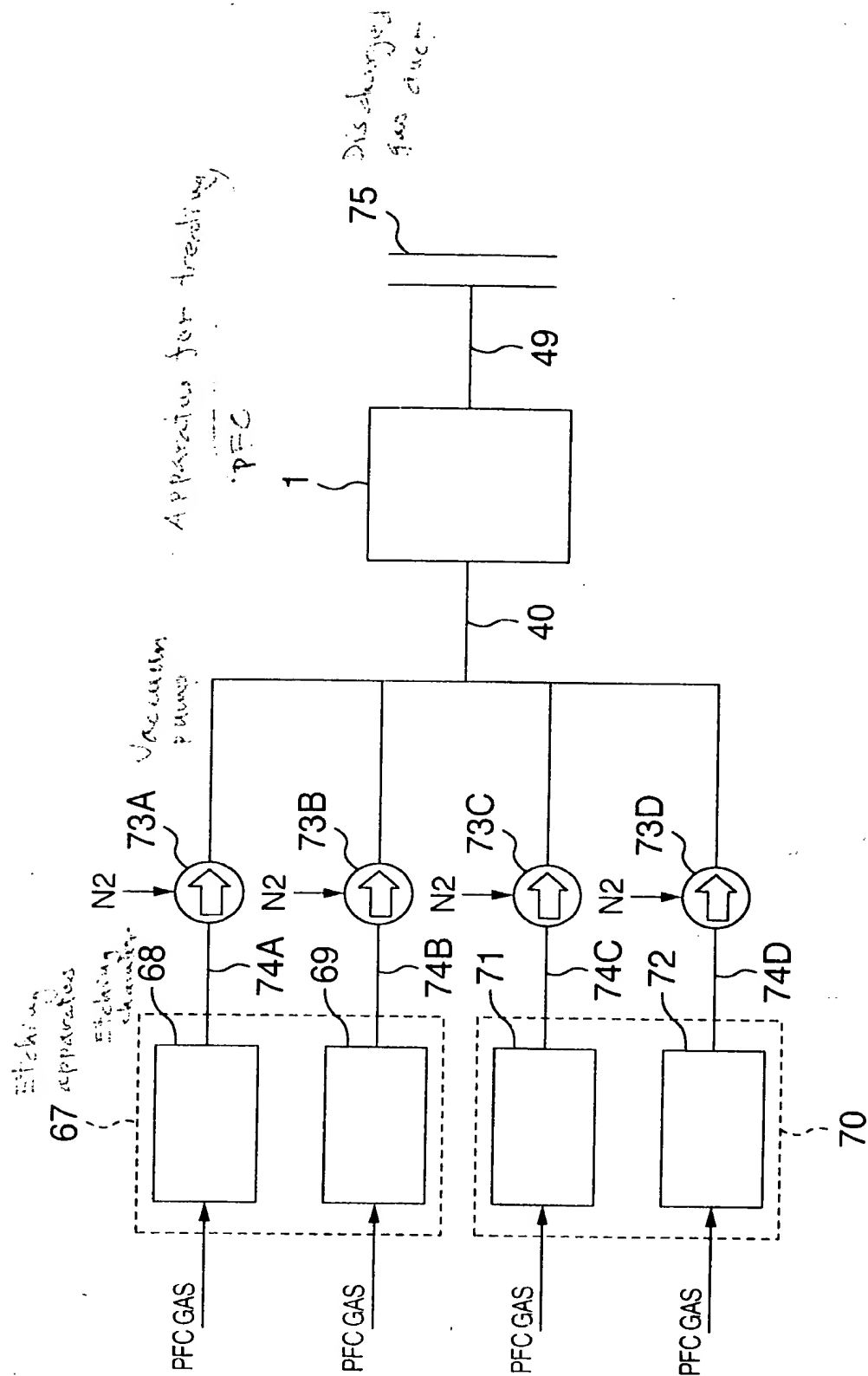
Fig. 1





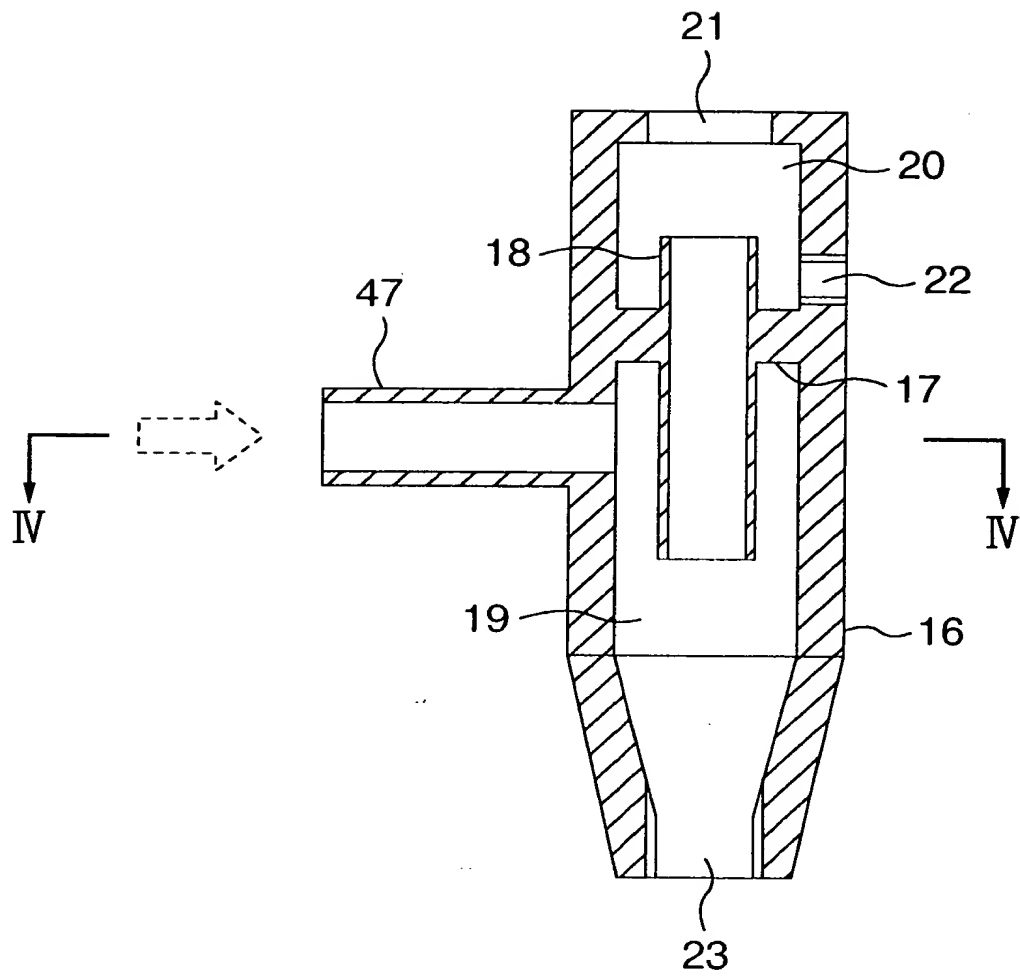
[Fig. 2]

Fig. 2



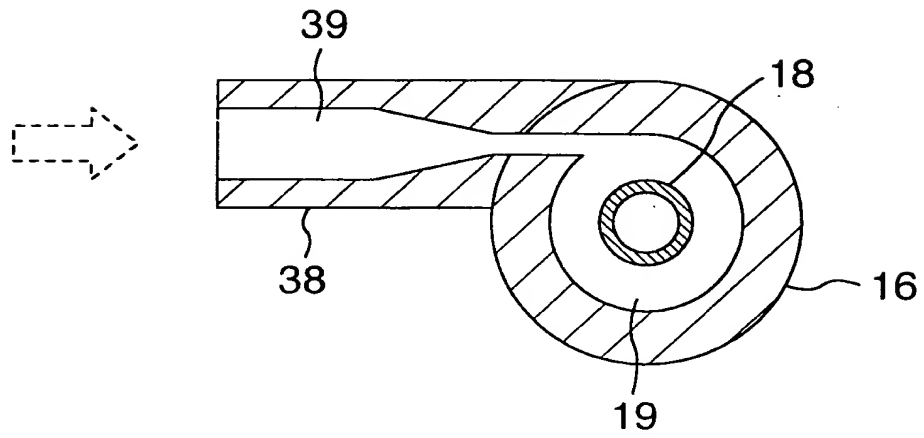
[ Fig. 3 ]

Fig. 3



[ Fig. 4 ]

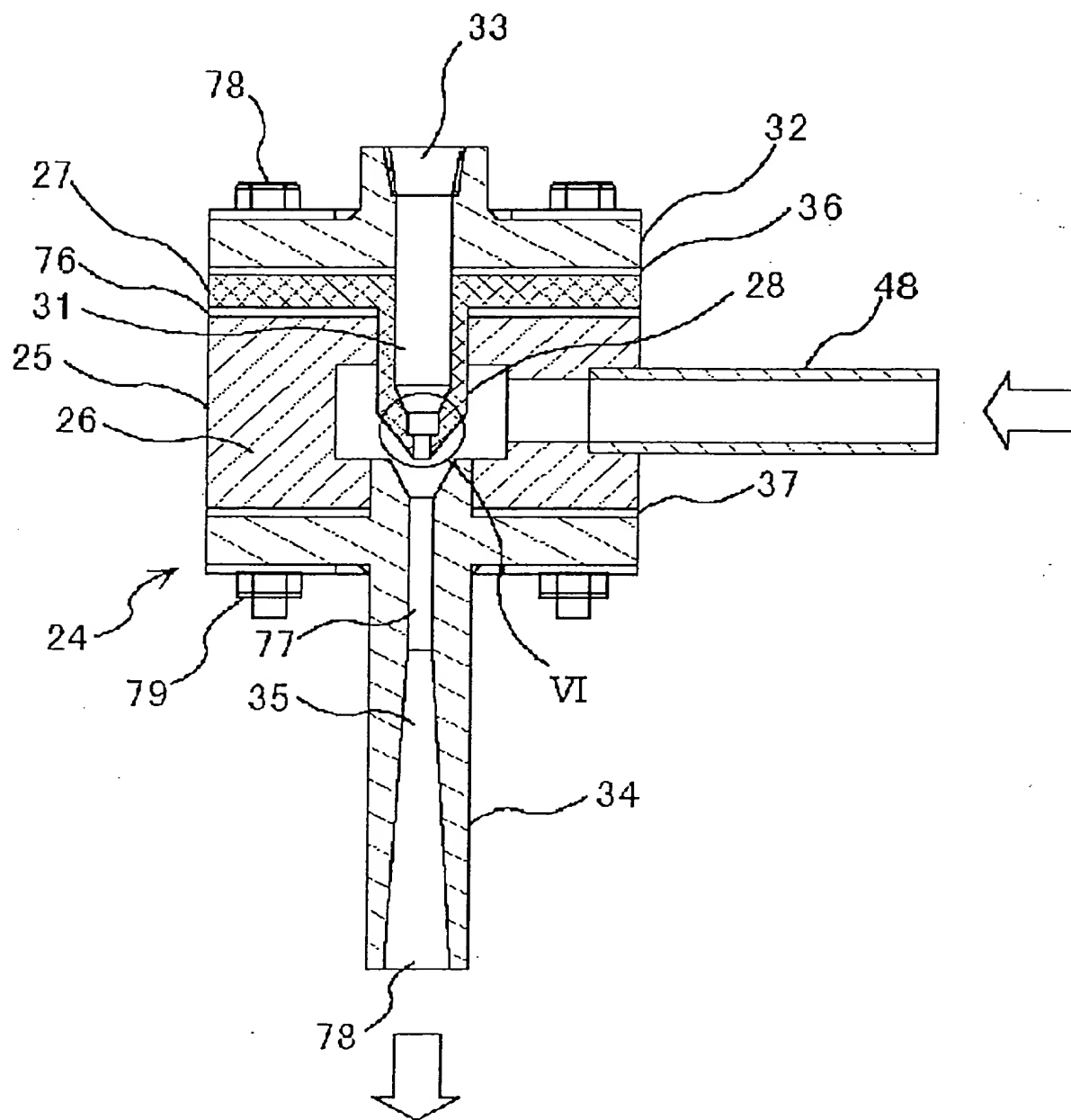
Fig. 4



[図5] [Fig. 5]

図 5

Fig. 5



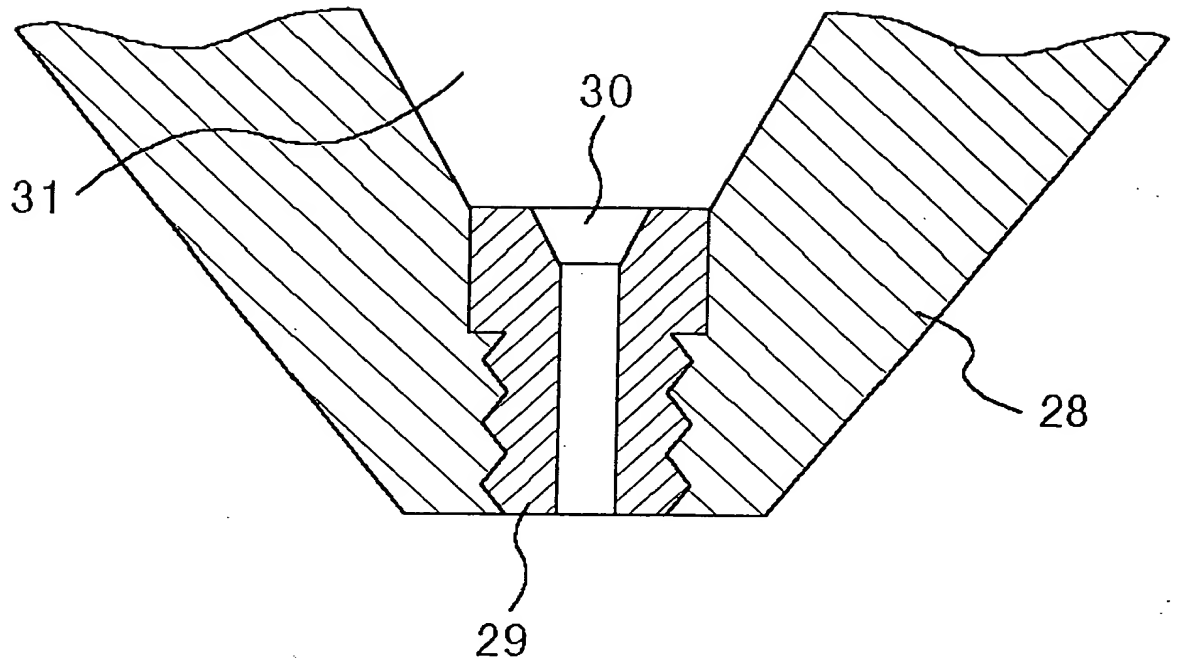
【図6】

[Fig. 6]

図

6

Fig. 6

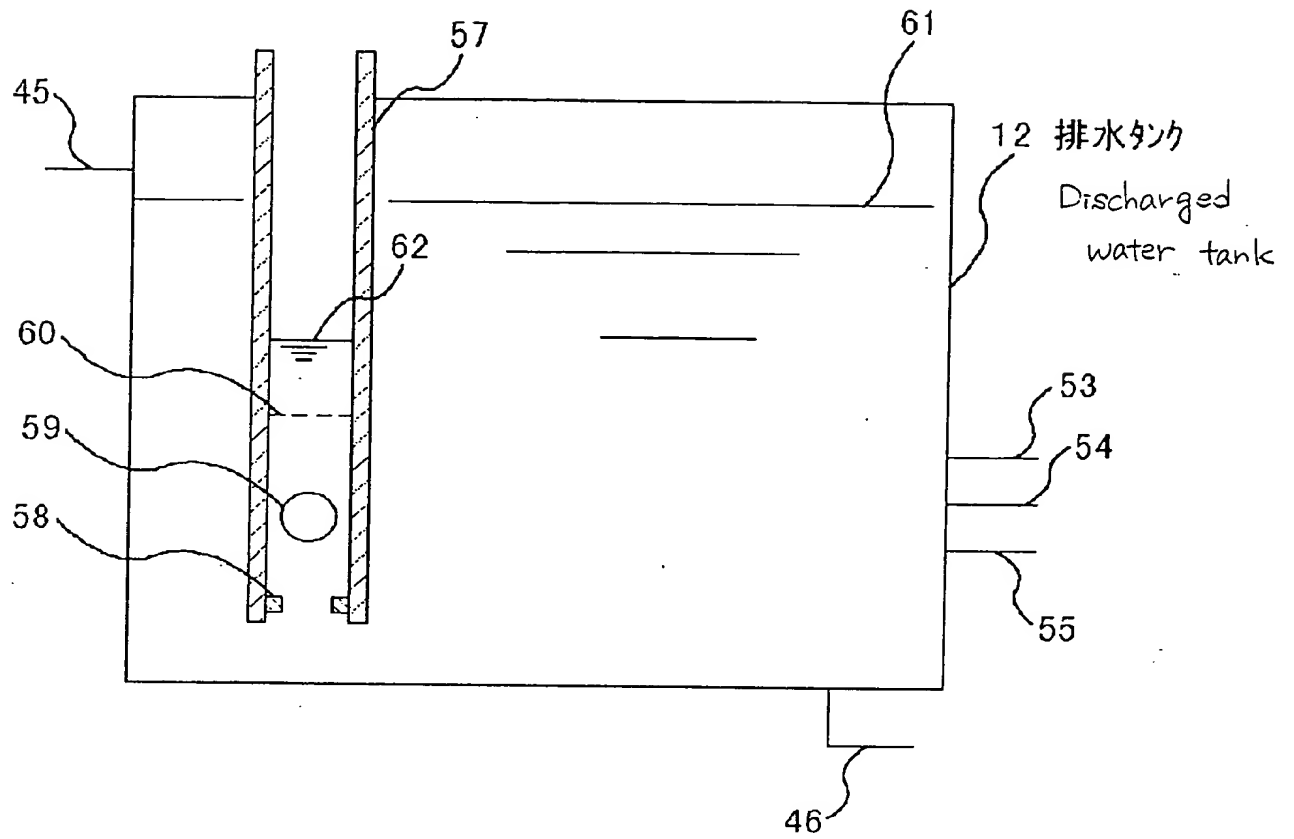


【図7】

[ Fig. 7 ]

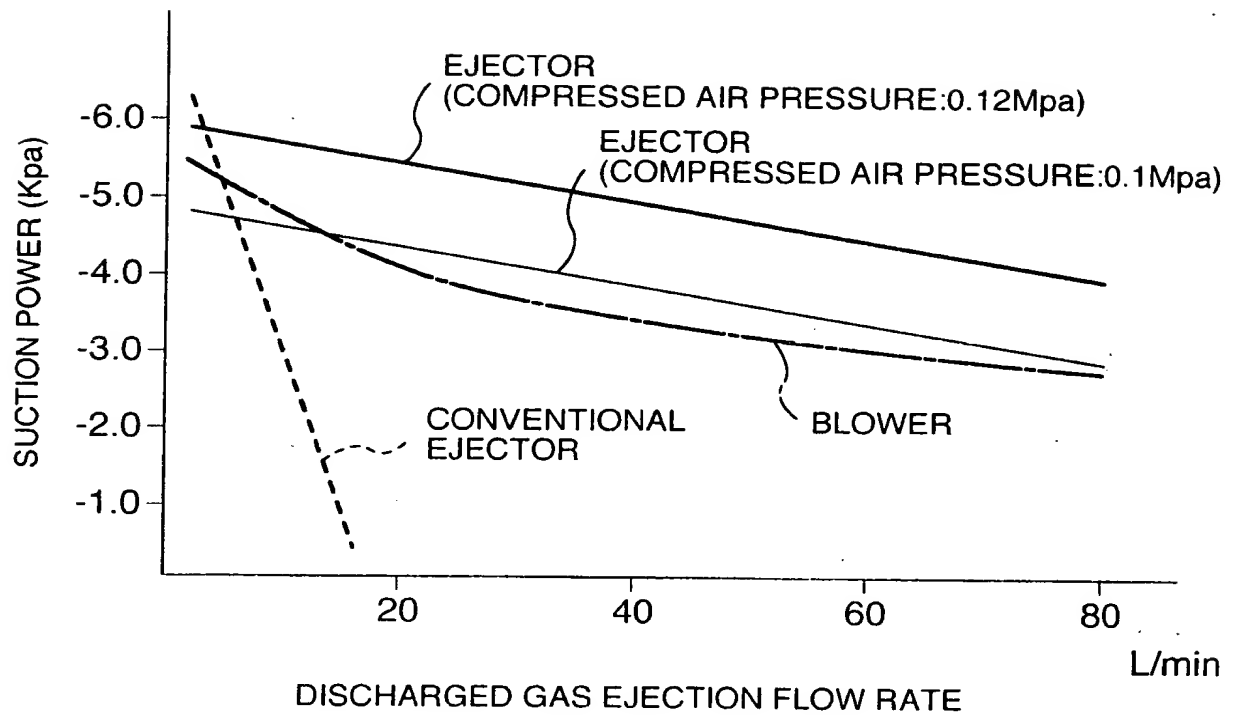
図 7

Fig. 7



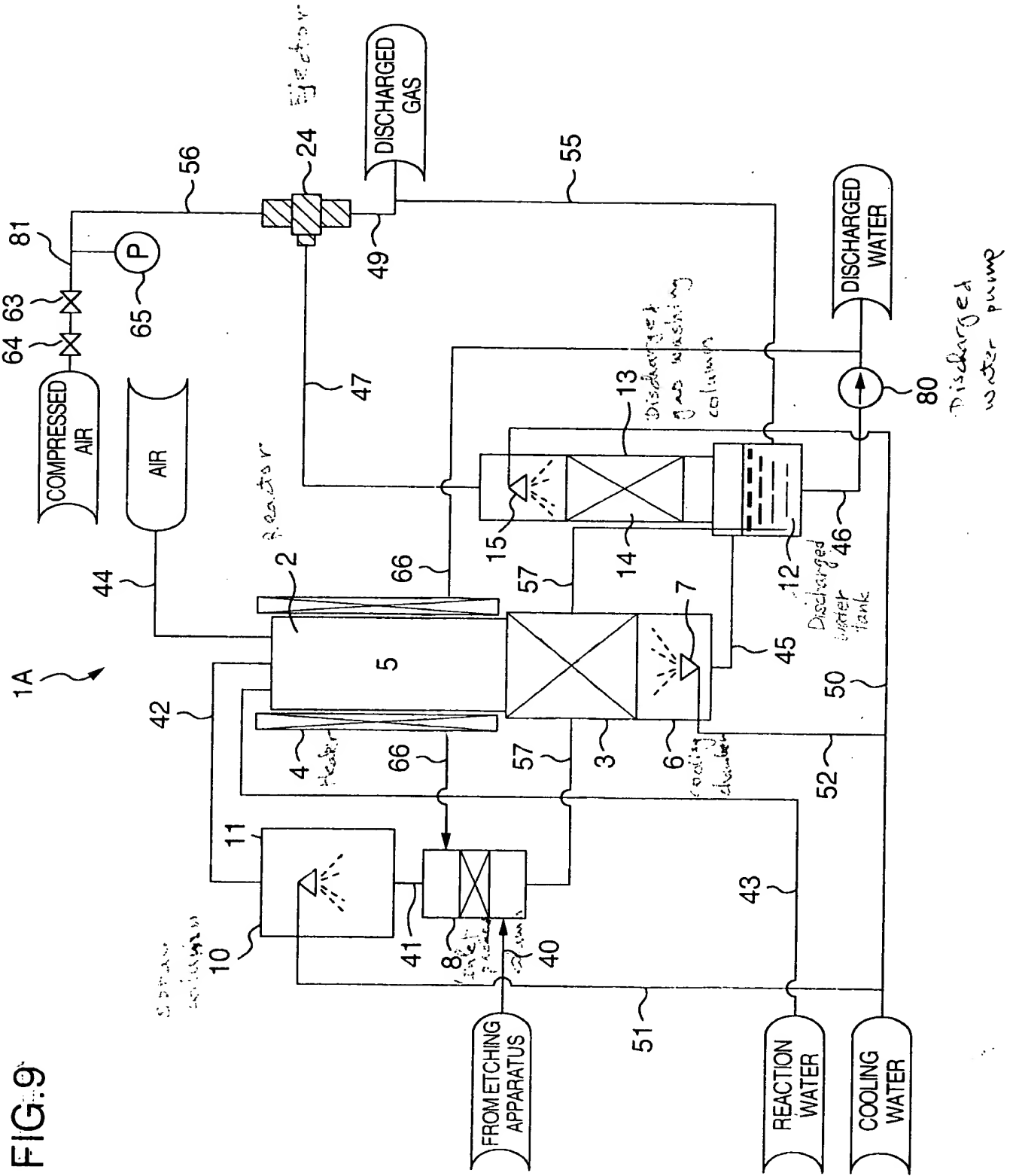
[Fig. 8]

Fig. 8



[Fig. 9]

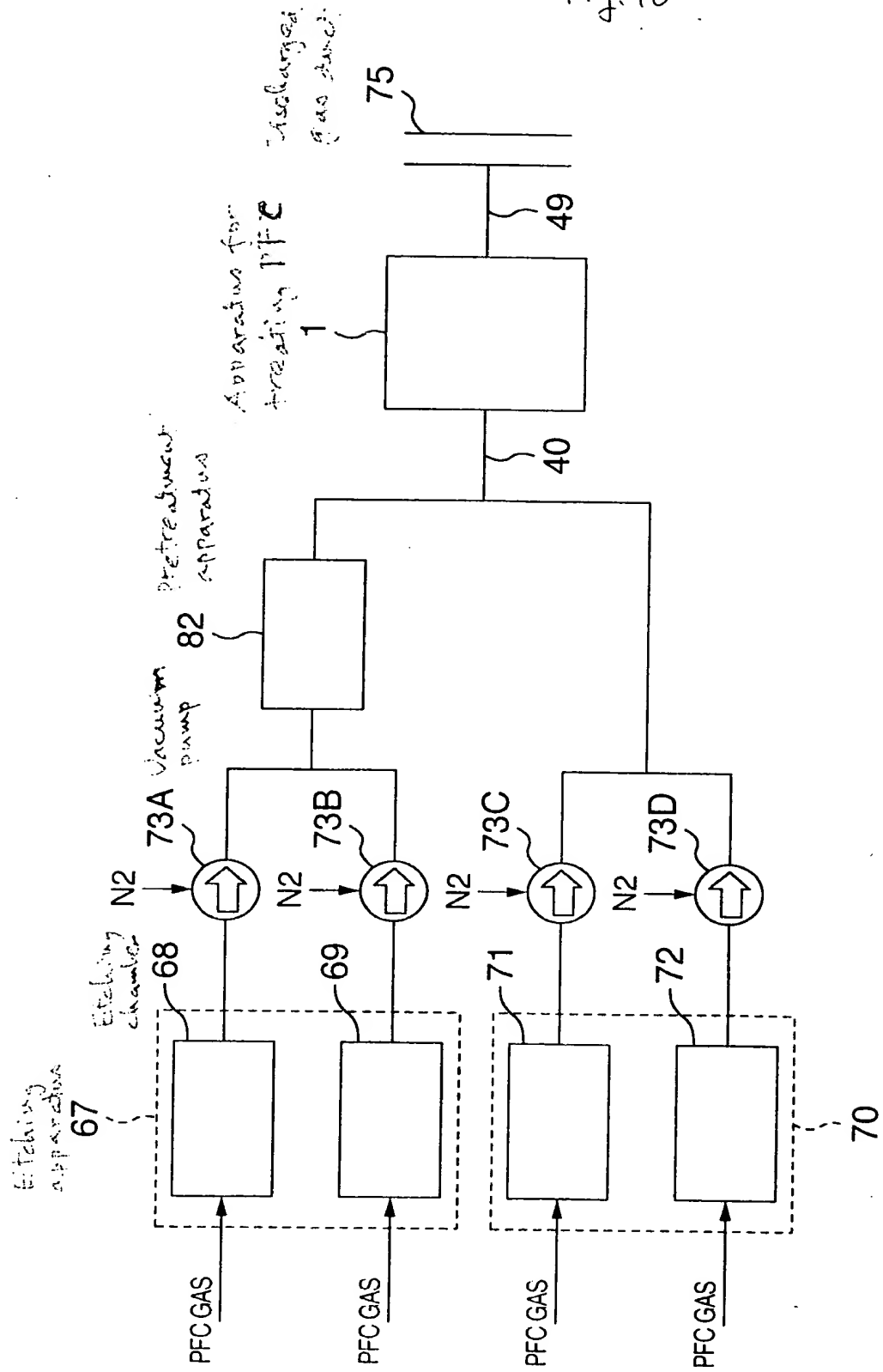
Fig. 9





[Fig. 10]

Fig. 10



[Title of Document]     Abstract

[Abstract]

[Problem]     To reduce the frequency of maintenance inspection of an apparatus for decomposing PFC.

[Solving Means]     PFC contained in a discharged gas is decomposed in catalyst cartridge 3 packed with a catalyst containing 80%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and 20%  $\text{NiO}$ . The discharged gas containing acid gases as a decomposition gas is cooled in cooling chamber 6 and led to discharged gas washing column 13, where the acid gases are removed. Mists of acid gases ( $\text{SO}_3$  mists or  $\text{NO}_x$  mists) entrained in the discharged gas are separated in cyclone 16.

Compressed air at about 0.1 Mpa is fed to ejector 24 through air feed pipe 56. The interior of ejector 24 is brought into a negative pressure state by the compressed air to suck the discharged gas from cyclone 16. Ejector 24 can reduce a frequency of maintenance inspection, as compared with a blower.

[Selected Drawing]     Fig. 1